

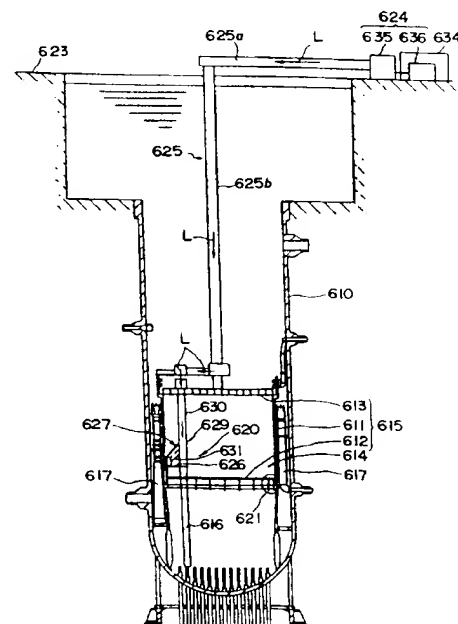
(51) 国際特許分類6 B23K 26/04, 26/06, G21C 19/02	A1	(11) 国際公開番号 WO99/29463 (43) 国際公開日 1999年6月17日(17.06.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/05569 (22) 国際出願日 1998年12月9日(09 12 98) (30) 優先権データ 特開平9 338974 1997年12月9日(09 12 97) (71) 出願人 (米国を除く1つ以上の指定国について) 株式会社 東芝(KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA)[JP/JP] 〒210-8572 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 Kanagawa, (JP) (72) 発明者 : よよび (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 佐藤勝彦(SATO, Katsuhiko)[JP/JP] 〒194-0043 東京都町田市成瀬1-7-2 Tokyo, (JP) 山本元吉(KIMURA, Motohiko)[JP/JP] 〒247-0025 神奈川県横浜市中区上之町9-7 Kanagawa, (JP) 佐野雄二(SANO, Yūji)[JP/JP] 〒235-0066 神奈川県横浜須賀町海南鷹取5-13-1 Kanagawa, (JP) 島村光明(SHIMAMURA, Mitsuaki)[JP/JP] 〒232-0063 神奈川県横浜市中区中里1-20-11-102 Kanagawa, (JP) 猪俣春壽明(IGAKURA, Hiroaki)[JP/JP] 〒221-0001 神奈川県横浜市中区西寺尾1-21-22-304 Kanagawa, (JP) 高倉 誠(OCHIAI, Makoto)[JP/JP] 〒235-0022 神奈川県横浜市中区汐見台3-7-108 Kanagawa, (JP) 穂積久士(HOZUMI, Hisashi)[JP/JP] 〒140-0002 東京都品川区東品川3-16-3-310 Tokyo, (JP) 向井成彦(MUKAI, Naruhiko)[JP/JP] 〒236-0032 神奈川県横浜市中区六浦町1909-4-209 Kanagawa, (JP) 依田正樹(YODA, Masaki)[JP/JP] 〒226-0015 神奈川県横浜市中区三保町1351-1-12-403 Kanagawa, (JP)	戸賀沢裕(TOGASAWA, Yutaka)[JP/JP] 〒233-0000 神奈川県横浜市中区港南区並下町3-33-10 Kanagawa, (JP) 北島靖己(KITAJIMA, Yasumi)[JP/JP] 〒111-0042 東京都台東区寿2-6-7 Tokyo, (JP) 伊藤晋之(ITO, Tomoyuki)[JP/JP] 〒211-0021 神奈川県川崎市中原区木月住吉町1931-310 Kanagawa, (JP) 田中信彦(TANAKA, Nobuhiko)[JP/JP] 〒231-0838 神奈川県横浜市中区豆田149-21 Kanagawa, (JP) 上原拓也(UEHARA, Takuya)[JP/JP] 〒243-0413 神奈川県海老名市国分寺台4-10-6 Kanagawa, (JP) 近藤 元(KONDO, Makoto)[JP/JP] 〒232-0064 神奈川県横浜市中区別所4-8-21 Kanagawa, (JP) 佐藤能文(SATO, Yoshifumi)[JP/JP] 〒235-0041 神奈川県横浜市中区磯子区栗木1-13-2-202 Kanagawa, (JP) 荻原達樹(OGISU, Tatsuki)[JP/JP] 〒231-0867 神奈川県横浜市中区町越52 Kanagawa, (JP) 小畑 稔(OBATA, Minoru)[JP/JP] 〒236-0032 神奈川県横浜市中区六浦町313-1-B519 Kanagawa, (JP) 林 尚子(HAYASHI, Naoko)[JP/JP] 〒247-0009 神奈川県横浜市中区磯子区谷2-4-12-101 Kanagawa, (JP) (74) 代理人 弁護士 廣多野久, 外(HATANO Hisashi et al.) 〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目17番16号 宮田ビル2階 Tokyo, (JP) (81) 指定国 DE, SE, US 添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title: LASER EMISSION HEAD, LASER BEAM TRANSMISSION DEVICE, LASER BEAM TRANSMISSION DEVICE ADJUSTMENT METHOD AND PREVENTIVE MAINTENANCE/REPAIR DEVICE OF STRUCTURE IN NUCLEAR REACTOR

(54) 発明の名称 レーザ照射ヘッド、およびレーザ光伝送装置およびレーザ光伝送装置調整法および原子炉内構造物の予防保全・補修装置

(57) Abstract

A laser emission head which applies a laser beam outputted from a laser device (624) to an operation object part, comprising an emission head main part having an in-head lightguide member (625) which guides the laser beam, a condensing lens (677) which condenses the laser beam from the in-head lightguide member, a reflective mirror (678) which applies the condensed laser beam to the operation object part, a mirror turning means (684) which holds the reflective mirror rotatably around a laser beam axis, a distance adjusting means (674) which adjust a relative distance between the reflective mirror and the condensing lens and a transfer means (665) which transfers the reflective mirror and the condensing lens in a laser beam axis direction while the relative distance between the reflective mirror and the condensing lens is maintained. The in-head lightguide member, the condensing lens and the reflective mirror can be carried into/from the operation object part which is formed in, for instance, a small gap between the structural units. With this constitution, the preventive maintenance/repair work by a laser beam in, for instance, a small gap between structures in the nuclear reactor can be performed automatically, and further, safely, and more efficiently.



(57)要約

レーザ装置（６２４）から出力されたレーザ光を施工対象箇所照射するレーザ照射ヘッドは、上記レーザ光を導光させるヘッド内導光部材（６２５）を備えた照射ヘッド本体と、上記ヘッド内導光部材からのレーザ光を集光させる集光レンズ（６７７）と、集光されたレーザ光を施工対象箇所照射させる反射ミラー（６７８）と、この反射ミラーをレーザ光軸廻りに回転可能に保持するミラー回転手段（６８４）と、上記反射ミラーと集光レンズの相対距離を調整する距離調整手段（６７４）と、上記反射ミラーと集光レンズの相対距離を保持してレーザ光軸方向に移動させる移動手段（６６５）とを備えており、前記ヘッド内導光部材、集光レンズおよび反射ミラーを例えば原子炉内構造物間の狭隘な隙間に形成される施工対象箇所に入れ可能に構成した。このようにすることにより、例えば原子炉内構造物間の狭隘な隙間でのレーザ光による予防保全・補修作業を自動的、且つ安全に効率よく行うことを可能とした。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AL	アルバニア	FI	フィンランド	LK	スリランカ	SI	スロヴェニア
AM	アルメニア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロバキア
AT	オーストリア	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラレオネ
AU	オーストラリア	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
AZ	アゼルバイジャン	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャド
BB	ババルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BE	ベルギー	GM	ギニア	MD	モルドバ	TJ	タジキスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BG	ブルガリア	GW	ギニア・ビサウ	MK	マケドニア旧ユーロスラヴィア	TR	トルコ
BI	ブルンジ	GR	ギリシャ		中国	TT	トリニダード・トバゴ
BR	ブラジル	HR	クロアチア	ML	マリ	UA	ウクライナ
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UG	ウガンダ
CA	カナダ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	US	米国
CE	中央アフリカ	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UZ	ウズベキスタン
CG	コンゴ	IL	イスラエル	MX	メキシコ	VN	ベトナム
CH	スイス	IN	インド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラビア
CI	コートジボワール	IS	アイスランド	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CM	コンゴ	IT	イタリア	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CN	中国	JF	日本	NZ	ニュージーランド		
CY	キプロス	KE	ケニア	PL	ポーランド		
CO	コロンビア	KG	キルギスタン	PT	ポルトガル		
CR	コスタリカ	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
CU	キューバ	KR	韓国	RU	ロシア		
EE	エストニア	KZ	カザフスタン	SD	スーダン		
		LC	セントルシア	SE	スウェーデン		

明 細 書

レーザ照射ヘッド、およびレーザ光伝送装置およびレーザ光伝送装置
5 調整法および原子炉内構造物の予防保全・補修装置

技術分野

本発明はミラーを組み合わせた光伝送路内で光を伝送する光伝送技術に
10 係り、特に、原子力発電所内等の対象物の目標照射位置まで正確に光を
伝送する際、光伝送路の光軸調整を自動的にかつ安定的に行なうことが
できる光伝送装置およびその調整方法、さらに原子炉内構造物の予防保
全・補修作業を安定的、効率的に行う原子炉内構造物予防保全・補修装
置に関する。

15

背景技術

従来、軽水炉、例えば沸騰水型原子炉の炉内構造物は水中の高温高圧
環境下において十分な耐食性と高温強度を有する材料、例えばオーステ
20 ナイト系ステンレス鋼またはニッケル基合金が用いられている。この炉
内構造物のうち、交換困難な部材についてはこれらの部材が原子力発電
プラントの長期に及ぶ運転により厳しい環境に曝され、また中性子照射
の影響もあり材料劣化の問題が懸念される。特に炉内構造物の溶接部近
傍は溶接時の入熱による材料の鋭敏化および引張り残留応力の影響で潜
25 在的な応力腐食割れの危険性を有している。

最近、原子力発電プラントの安定運転のため、予防保全対策として種

々の材料の表面改良技術が開発されている。その中でレーザ光を材料表面に照射して表面の改質を行う技術が例えば特開平 7-246483 号公報および特開平 8-20689 号公報に開示されている。

すなわち、前者はパルスレーザ装置から発振されたパルスレーザ光を
5 反射鏡を通して被加工物（施工面）の表面に照射し、その施工面での照射位置を変えながら、施工面での残留引張り応力を圧縮応力に変えるレーザピーニング方法である。

一方、後者は冷却水に浸された施工面に可視波長を持つ高出力、短パ
10 ルスのレーザ光を照射して、施工面の残留応力改善、亀裂除去、またはクラッドの除去を行う水中レーザ加工方法および装置である。

上記の水中レーザ加工方法および装置は、レーザ光を発振器から施工箇所まで導くのに光ファイバを使用している。光ファイバを用いた場合に、光ファイバ内を導光可能なレーザ光のパワーまたはエネルギーには限界があり前述のような表面改質を行うために必要な施工面での光パワー
15 およびエネルギー密度を得るためには、光ファイバから出射した光をできるだけ小さく集光させる必要がある。

ところが一般のパワーレーザ用の光ファイバでは光ファイバの出射レーザ光の拡散率が大きいため、逆に深い角度で収束させなければならない。その結果焦点深度が非常に浅い集光レンズを用いることになり、施
20 工面に対して光ファイバおよび集光レンズを含むレーザ照射光学系を精密に位置決めしなければならない。

そこでレーザ照射光学系の位置決め問題を解決するため、本発明者らは光ファイバおよびレーザ照射光学系の精密な位置決めが不要となるよう、オペレーションフロア上あるいはシュラウド胴上部のレーザ発振器
25 から出力されるレーザ光を気中伝送してレーザ照射光学系に導き、このレーザ照射光学系で特にシュラウド胴内部の原子炉内構造物を対象とし

て、エネルギー密度が高くしかも平行光に近いレーザ光を用いた予防保全・補修装置を特願平 8-256532 号により特許出願した。

この原子炉内構造物の予防保全・補修装置の従来例について第 39 図を参照して説明する。

- 5 従来の原子炉内構造物の予防保全・補修装置は、第 39 図に示すように、例えば沸騰水型原子炉の原子炉圧力容器 601 内に据付けられるシュラウド 602 等の炉内構造物を施工対象とするものである。この原子炉内構造物の予防保全・補修装置は、オペレーションフロア 603 に設置されたレーザ電源 604 と、レーザ発振器 605 と、導光部材 606
- 10 からなる導光装置 606 と、その先端に配置されたレーザ照射ヘッド 608 から構成される。この原子炉内構造物の予防保全・補修装置においては、レーザ発振器 605 から出力されるレーザ光 L を導光部材 606 によってレーザ照射ヘッド 608 まで気中伝送して炉内構造物の施工対象に照射している。このためレーザ照射ヘッド 608 を高精度に位置決
- 15 めする必要がなく、高エネルギー密度のレーザ光によりレーザピーニング、溶融、クラディング (Cladding)、溶接等の予防保全・補修作業を行なうことができ、原子炉の信頼性、安全性が向上する。

- 一方、数枚のミラーを使ってレーザ光の伝送を行なう光伝送装置の場合、レーザ装置近傍のミラーから順番に伝送するミラー位置を目視で確認しながら、手動でミラーの角度調整を行なう方法が一般的である。また、放射線環境下や高温環境下のように人が近付けない場所や、遠隔で調整しなければならないような場合では、目視したい場所に CCD カメラ等の光学的監視装置を設置して、画像を見ながらミラーを自動調整する方法が採られている。

- 25 ところで、第 39 図に示される従来の原子炉内構造物の予防保全・補修装置においては、原子炉圧力容器 601 内の炉内構造物であるシュラ

ウド602の内壁各部および各炉内構造物を施工対象としているが、シュラウド中間部胴内側の下半分に存在する縦溶接線（V5内側溶接線）やシュラウド中間部胴内側下端の水平溶接線（H6a内側溶接線）を施工する場合、シュラウド中間部胴と炉心支持板609に挟まれた幅約30mm、深さ約400mmの円筒状狭隘部内までレーザ光を導き照射しなければならないが、このレーザ照射ヘッド608では上記円筒状狭隘部内にレーザ光を導くことが困難であった。

レーザ光によりシュラウド中間部胴の円筒状狭隘部の溶接線近傍の表層の応力改善、また鋭敏化した金属組織の表面改質、溶接補修を行う場合、レーザ光で施工可能なエネルギー密度を得るためには照射面に対する照射角度を深く取りながら照射点の走査をしなければならない。

しかし、炉心支持板609上にレーザ照射光学系を配置し、円筒状狭隘部の底部へレーザ光を照射する方法では照射角度が浅くなってしまい施工に必要なレーザ光のエネルギー密度が十分に得られないといった課題や、照射距離が長くなるので照射点を走査するために高精度な位置決め機構が必要になり予防保全・補修装置が複雑化し信頼性が低下してしまうという課題があった。

また、上述の光伝送装置を原子力発電所内の保守保全や補修作業に適用する場合、原子炉の炉内構造物等に対してレーザ光を伝送し、照射する際に以下のような課題がある。

原子炉内は作業スペースがせまく、また炉内構造物が炉内に設置されているため、光伝送装置は複雑な伝送経路を持ち、伝送距離が長くなる。このため、伝送ミラーが多く、目視しなければならない場所が多くなり、それだけCCDカメラ等の光学的監視装置の設置台数が増える。

また、光伝送装置を用いた光伝送中に環境変化がある場合には、その環境変化により光伝送路の光軸ずれが生じる恐れがあり、環境変化に応

じて光伝送装置の調整を逐次行なう必要がある。

さらに、光伝送装置を長距離伝送に使用する場合、レーザ光は伝送路途中で空気の揺らぎの影響を受ける一方、さらに伝送ミラーを介して周辺機器の振動の影響を受ける。これによりレーザ光が揺れてしまい、目標の伝送点に安定的にレーザ光を伝送することができない課題がある。

また、光伝送装置に設置するＣＣＤカメラの数が多ければ調整に時間がかかるし、放射線の強度の高い環境下ではＣＣＤカメラなどの電子部品は使用できない課題がある。

さらにまた上記特願平８－２５６５３２号公報の特許出願において、レーザ伝送の方法は、沸騰水型原子炉のシュラウド内壁、およびシュラウド内の炉内構造物の溶接部位の予防保全・補修には適した装置である。しかしながら、シュラウド胴の外側、すなわちシュラウド胴外壁、圧力容器内壁、およびバッフルプレートに挟まれた狭い円環状の空間でその隙間にジェットポンプが林立しているアニュラス部と呼ばれている場所の場合は、レーザ光を通す導光管をジェットポンプなどの障害物を避けながら円環状の施工空域に挿入、接近し、また効率よく炉心から３６０度横方向に移動可能な具体的な機構、形態が開示されていなかった。

そこで、本願発明者らは、前記アニュラス部への導光管を用いてのレーザ光の伝送方式が効率よく炉内構造物の予防保全・補修を行うことができ、その具体的な施工装置、機構形態を提供できることを見出した。

本発明は、上述した事情を考慮してなされたもので、施工対象箇所が狭隘部であってもレーザ光による予防保全、補修作業を効率的に行なうことができるレーザ照射ヘッドおよびこの照射ヘッドを備えた光伝送装置および原子炉内構造物の予防保全・補修装置を提供することを目的とする。

本発明の他の目的は、原子炉内構造物であるシュラウド胴内壁のうち、

シュラウド中間部胴と炉心支持板に挟まれた円筒状狭隘部の予防保全、補修作業をレーザ光を用いて水中環境下で効率よく能率的に行なうことができるレーザ照射ヘッドおよびこの照射ヘッドを備えた原子炉内構造物の予防保全・補修装置ならびにその作業方法を提供するにある。

- 5 本発明のさらに他の目的は、原子炉内構造物であるシュラウド胴内壁の溶接線のうち、特にシュラウド中間部胴と炉心支持板に挟まれた円筒状狭隘部内に存在する溶接線を対象に、レーザ光を用いて水中環境下で溶接線近傍の表層の応力改善、鋭敏化した金属組織の表面改質、溶接補修を効率よく有効的に行なう原子炉内構造物の予防保全・補修装置を提供するにある。

10 本発明のさらに他の目的は、ミラーを組み合わせた光伝送路の光軸調整を遠隔地から自動的かつ安定的に調整することができる光伝送装置およびその調整方法を提供することにある。

- 15 本発明のさらに他の目的は光伝送路内で光を伝送する際、目標の照射位置までの光軸調整を簡単かつ容易に行なうことができ、かつ、空気の揺らぎや周辺機器の機械的な振動などから生じる光軸の揺れを補正し、照射位置に長時間安定に光が供給できる光伝送装置およびその調整方法を提供することにある。

- 20 本発明のさらに他の目的は、原子炉内構造物など人間が近付くことが困難な場所でも使用できるように、最終照射点までの光軸調整を全て自動化して、遠隔操作で光伝送路の光路調整を行なうことができる光伝送装置およびその調整方法を供給することにある。

- 25 本発明のさらに他の目的は放射線強度の強いような場所に光を伝送する場合においても、耐放射線性の低いCCDカメラなどの電子機器を光路内に設置する必要がなく、光伝送路の光軸調整を容易に行なうことができる光伝送装置およびその調整方法を提供することを目的とする。

本発明のさらに他の目的は特に原子炉圧力容器内の冷却水の水中環境下で、炉内構造物であるシュラウド胴外壁とバッフルプレート、および原子炉圧力容器内壁で仕切られた空間に存在する溶接構造物表面を対象に、溶接施工時の熱影響を受け発生した残留引張り応力を圧縮応力に変える溶接線近傍の表層の応力改善、また鋭敏化した金属組織の表面改質、溶接補修を行うことができるレーザー法による原子炉予防保全・補修装置を提供することにある。

10 発明の開示

本発明に係るレーザー照射ヘッドは、上述した課題を解決するために、レーザー装置から出力されたレーザー光を施工対象箇所に照射するレーザー照射ヘッドにおいて、上記レーザー光を導光させるヘッド内導光部材を備えた照射ヘッド本体と、上記ヘッド内導光部材からのレーザー光を集光させる集光レンズと、集光されたレーザー光を施工対象箇所に照射させる反射ミラーと、この反射ミラーをレーザー光軸廻りに回転可能に保持するミラー回転手段と、上記反射ミラーと集光レンズの相対距離を調整する距離調整手段と、上記反射ミラーと集光レンズの相対距離を保持してレーザー光軸方向に移動させる移動手段とを備え、前記ヘッド内導光部材、集光レンズおよび反射ミラーを狭隘な隙間に形成される施工対象箇所に入出力可能に構成したものである。

上記レーザー照射ヘッドは、上述した課題を解決するために、照射ヘッド本体に偏平で細長い昇降サポート機構をフレーム昇降装置でスライド昇降自在に設け、上記昇降サポート機構に集光レンズおよび反射ミラーで構成される照射走査光学系を取付ける一方、前記フレーム昇降装置は集光レンズと反射ミラーの相対距離を保って移動させる移動手段を構成

したものである。

また、上記レーザ照射ヘッドは、上述した課題を解決するために、ヘッド内導光部材は、筒状部材とこの筒状部材の筒内を気中に保つ光学部材とを有し、上記ヘッド内導光部材はレーザ光を集光レンズに導くように、照射ヘッド本体に取付けられたものである。

また、上記レーザ照射ヘッドは、上述した課題を解決するために、ヘッド内導光部材は、ガラスで構成され、集光レンズにレーザ光を導くように設けられたものである。

また、上記レーザ照射ヘッドは、上述した課題を解決するために、ヘッド内導光部材から集光レンズに至る光路、および上記集光レンズから反射ミラーに至る光路を周囲環境に露出させ、上記光路は周囲環境による空間伝送路に構成されたものである。

また、本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置は、上述した課題を解決するために、レーザ光を出力させるレーザ装置と、このレーザ装置からのレーザ光を原子炉内に導くレーザ導光手段と、原子炉内に導かれたレーザ光を原子炉内構造物の施工対象箇所に照射させるレーザ照射ヘッドとを備えた原子炉内構造物の予防保全・補修装置において、前記原子炉内に吊り込まれて炉心部に設置される本体位置決め装置と、この本体位置決め装置内に収納されたレーザ照射ヘッドを施工対象箇所付近に進退自在に張り出させて設置するヘッド進退機構と、原子炉内に導かれたレーザ光を受光してレーザ照射ヘッドに導くレーザ光伝送手段とを備え、前記レーザ照射ヘッドはシュラウド内側壁の施工対象に向けて張り出されて位置決め固定されたものである。

また、本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置は、上述した課題を解決するために、本体位置決め装置は、細長い筒状本体ケースを備え、この本体ケース内にレーザ照射ヘッドおよびレーザ光伝送手段

が出し入れ可能に収納され、収納状態で本体位置決め装置は上部格子板の格子を通して吊り込まれ、制御棒案内管上に設置されたものである。

上記原子炉内構造物の予防保全・補修装置は、上述した課題を解決するために、本体位置決め装置は上部を上部格子板に固定させるクランプ
5 装置と、本体ケース内に収納されたレーザ照射ヘッドの張出し方向を定める旋回装置と、レーザ照射ヘッドおよびレーザ光伝送手段を施工対象へ張り出させるヘッド進退機構と、このヘッド進退機構を支持する本体ベースを本体ケース内で昇降させるベース昇降装置とを備えたものである。

10 また本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置は、上述した課題を解決するために、レーザ光伝送手段は、原子炉内の水中環境下でレーザ光を受けてレーザ照射ヘッドに気中伝送される可動の伝送路を構成したものである。

さらに、上述した課題を解決するために、本発明に係る光伝送装置は、
15 ミラーを組み合わせて光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝送手段を構成する少なくとも1個のミラーの傾き角度を制御するミラー調整装置とを備えた光伝送装置において、前記光伝送路を伝送される光の光軸と同軸の方向に向けて設置された電子光学撮像手段と、この電子光学撮像手段からの画像情報を演算処理し、正規位置からの前記ミラーの角度
20 ずれ量を測定する画像処理装置と、前記ミラーの角度ずれ量を入力し、前記ミラー調整装置を駆動させる制御装置とを備えたものである。

上記光伝送装置は、上述した課題を解決するために、光伝送手段は、ミラーの近傍に画像処理用ターゲットをそれぞれ設置し、上記ターゲットに光通過孔を形成したものである。

25 上記光伝送装置は、上述した課題を解決するために、光伝送手段は、ミラーまたは画像処理用ターゲットの近傍を照明可能な照明装置を備え

たものである。

上記光伝送装置は、上述した課題を解決するために、画像処理装置は、
予め登録された画像パターンとミラー調整時に撮影した画像とを比較し、
撮影画像の位置ずれ量を検出可能なパターンマッチング装置を備えたも
5 のである。

さらにまた、本発明に係る光伝送装置は、上述した課題を解決するた
めに、ミラーを組み合わせて光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝
送手段を構成するミラーの傾き角度を制御するミラー調整装置とを備え
た光伝送装置において、前記光伝送路上の一部のミラーをハーフミラー
10 あるいは波長分離ミラーで構成し、上記ハーフミラーあるいは波長分離
ミラーで分けられた光が到達するサンプリング光路上に設置された光位
置検出装置と、この光位置検出装置から出力される光位置ずれ情報を演
算処理し、光位置ずれ量を解消させる方向にミラー調整装置を駆動させ
る制御装置を備えたものである。

15 上記光伝送装置は、光伝送路にガイド用レーザ光を入射させる1種類
以上のガイドレーザ装置を備えたものである。

また、本発明に係る光伝送装置は、上述した課題を解決するために、
ミラーを組み合わせて光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝送手段
を構成する少なくとも1個のミラーの傾き角度を制御するミラー調整装
置とを備えた光伝送装置において、対象物の加工、検査、予防保全ある
20 いは補修用レーザ光を出力するメインレーザ装置と、上記メインレーザ
光とは異なるガイドレーザ光を出力するガイドレーザ装置と、このガイ
ドレーザ装置からのガイドレーザ光を前記光伝送路に案内するハーフミ
ラーガイド手段と、上記光伝送路の途中に設けられたサンプリング分離
ミラー手段と、この分離ミラー手段で分離された光路上に設置された平
25 行反射光学手段と、この平行反射光学手段からの反射光がハーフミラー

ガイド手段を介して入射される光位置検出装置と、この光位置検出装置で検出された光の位置ずれ情報を入力して演算処理し、前記ミラー調整装置を駆動させる制御装置とを有するものである。

5 上記光伝送装置は、上述した課題を解決するために、平行反射光学手段は、コーナーキューブプリズムあるいは中空コーナーキューブのレトロリフレクタまたはキャッツアイ光学系の平行反射光学素子で構成してもよい。

また、本発明に係る光伝送装置は、上述した課題を解決するために、ミラーを組み合わせて光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝送手段を構成する少なくとも1個のミラーの傾き角度を制御するミラー調整装置とを備えた光伝送装置において、対象物の加工、検査、予防保全あるいは補修用レーザ光を出力するメインレーザ装置と、上記メインレーザ光とは異なる無偏光あるいは円偏光のガイドレーザ光を出力するガイドレーザ装置と、このガイドレーザ装置からのガイドレーザ光を前記光伝送路に案内するハーフミラーガイド手段と、光伝送路上で光軸方向に異なる2箇所設けられたサンプリング分離ミラー手段と、各サンプリング分離ミラー手段でそれぞれ分離された光路上に設けられた平行反射光学手段と、上記両平行反射光学手段の一方の分離光路上に設けられた偏光光学手段と、前記各平行反射光学手段からの反射光がハーフミラーガイド手段を通して案内される分離用偏光光学手段と、この分離用平行光学手段で分離された各反射光がそれぞれ入力される第1および第2の光位置検出装置と、両光位置検出装置で検出された光位置ずれ情報を入力して演算処理し、前記ミラー調整装置を駆動させる制御装置とを有するものである。

25 さらに、本発明に係る光伝送装置は、上述した課題を解決するために、ミラーを組み合わせて光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝送手段

を構成する少なくとも 1 個のミラーの傾き角度を制御するミラー調整装置とを備えた光伝送装置において、対象物の加工、検査、予防保全あるいは補修用レーザ光を出力するメインレーザ装置と、上記メインレーザ光とは波長を異にする一方、発振波長を互いに異にするガイドレーザ光を出力する複数のガイドレーザ装置と、上記ガイドレーザ装置に対応して前記光伝送路上にそれぞれ設置された複数の波長分離ミラー手段と、これらの波長分離ミラー手段で分離されたガイドレーザ光の光路上にそれぞれ設置された平行反射光学手段と、上記各平行反射光学手段で反射されたガイドレーザ光を波長毎に分離させて案内する反射光の波長分離ミラー手段と、波長分離ミラー手段で分離された各反射ガイドレーザ光を個別にさせる複数の光位置検出装置と、各光位置検出装置で検出された光位置ずれ情報を入力して演算処理し、前記ミラー調整装置を駆動させる制御装置とを有するものである。

また、本発明に係る光伝送装置の調整方法は、上述した課題を解決するために、ミラーを組み合わせた光伝送路の光源側光軸の延長線上に電子光学撮像手段を設け、この電子光学撮像手段で光源側の第 1 自動調整ミラーを通した画像処理用ターゲットのミラー画像を観測し、観測されるミラー画像が中心に来るように第 1 自動調整ミラーを調整し、第 1 自動調整ミラー調整後、同様なミラー調整方法で順次自動調整ミラーを調整して前記光伝送路の光軸調整を行なう方法である。

さらに、本発明に係る光伝送装置の調整方法は、上述した課題を解決するために、ミラーを組み合わせた光伝送路の光源側光軸の延長線上に光位置検出装置を設置する一方、上記光伝送路の途中あるいはレーザ照射ヘッド側に平行反射光学手段を設置し、上記光伝送路の光源側から射されたガイド光の平行反射光学手段からの反射光を光位置検出装置で検出し、光位置検出装置で検出された光位置ずれ量がなくなるように自

動調整ミラーのミラー角度調整をフィードバック制御する方法である。

さらにまた、本発明に係る光伝送装置の調整方法は、上述した課題を解決するために、ミラーを組み合わせた光伝送路の光源側光軸の延長線上に電子光学撮像手段を設け、この電子光学撮像手段で光源側の第1自動調整ミラーを通した画像処理用ターゲットのミラー画像を観測し、観測されるミラー画像が画像中心に来るように第1自動調整ミラーを調整し、この第1自動調整ミラーの調整後同様なミラー調整方法で光伝送路の自動調整ミラーを順次調整して光伝送路の粗調整を行ない、この光伝送路の粗調整後に、前記光伝送路の光源側光軸の延長線上に設けた光位置検出装置と上記光伝送路の途中あるいはレーザ照射ヘッド側に設けた平行反射光学手段を用いて光伝送路の微調整を行ない、この微調整作業は、光伝送路の光源から入射されたガイド光の平行反射光学手段からの反射光を光位置検出装置で検出し、光位置検出装置で検出された光位置ずれ量がなくなるように自動調整ミラーのミラー角度調整をフィードバック制御して光伝送路の微調整および外部振動の影響の補正を行なう方法である。

さらにまた、本発明は上述した課題を解決するために、オペレーションフロア上に設置したレーザー発振器、制御盤と、圧力容器プール上に仮設した支柱と、前記支柱には導光管が保持され、その一端はレーザー発振器投射口に接続し、他端は支柱の途中にあって、内部に反射角度修正用の自動アライメント機構付きの反射ミラーが内蔵された反射ミラーボックスと、上端は前記反射ミラーボックスに接続され、下端は平板ガラスで仕切られたレーザー光を炉内へ空間伝送するためのマスト構造の導光管と、上面は前記導光管マストの下端が接続され、側面の1つには水平導光管に接続された単数もしくは複数のミラーから構成される角度修正用の自動アライメント機構付き反射ミラーボックスと、炉心中心に

回転自在な旋回機能を有するシュラウド上部胴上に仮設された旋回台車と、この旋回台車に内蔵された前記水平導光管と、炉内において前記旋回台車と遠隔着脱可能な機構を有し、かつ結合後、前記水平導光管の端面からのレーザー光を受け沸騰水型原子炉压力容器内シュラウド胴外壁と原子炉压力容器内壁とバッフルプレートとで囲まれた空間内の構造物の各溶接線を施工対象として個々の対象個所の形状毎に特定化した機構と構造を有する複数種類のアニュラス用レーザー施工装置とから構成される。

また、オペレーションフロア上の支柱を含む装置、これと旋回台車までを接続する導光管マスト、旋回台車、およびアニュラス用レーザー施工装置は、各構成要素毎の導光管の接続部をガラスで仕切り炉内で分離可能とし、複数種類のアニュラス用レーザー施工装置の交換、組立て作業を炉内、遠隔で実施可能な構成としてもよい。

また本発明において、導光管マスト、旋回台車に内蔵された水平導光管、およびアニュラス用レーザー施工装置の各導光管結合部の端面は、各々平板ガラスで仕切られて単独に閉空間を維持しており、かつ、その前記平板ガラスの液面側を吹き付けるように1つ若しくは2つ以上の水ノズルが固定されていることを特徴とする導光管マスト、旋回台車に内蔵された水平導光管、およびアニュラス用レーザー施工装置の各導光管結合部の端面は、各々平板ガラスで仕切られて単独に閉空間を維持しており、かつ、その前記平板ガラスの液面側を吹き付けるように1つ若しくは2つ以上の水ノズルが固定されていることを特徴とする。

また上記導光管マスト、旋回台車に内蔵された水平導光管、およびアニュラス用レーザー施工装置の各導光管結合部の端面は、各々平板ガラスで仕切られて単独に閉空間を維持しており、その各導光管には空圧チューブが接続されていることを特徴とする。

また上記旋回台車は、リンク、液圧ピストン、およびパッドから構成される旋回台車クランプ機構と、その旋回台車クランプ機構をベースに炉心中心に前記旋回台車全体を旋回可能とする回転軸受け、旋回モータ、旋回車輪とから主に構成される旋回機構と、その旋回機構の上であって、

5 請求項1記載の水平導光管を伸縮自在とするためのリニアガイド、ボールネジ、ギヤ、サーボモータとから主に構成されるスライド機構を有する水平導光管からなることを特徴とする。

また上記アニュラス用レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続され前記水平導光管からのレーザー光を伝送する伸縮可能な導光管と、その先端に配置されジェットポンプ下部のディフューザ内部の各溶接線まわりの予防保全施工、あるいは補修施工等をレーザー照射により行うレーザー投射ヘッドとディフューザ内部においてレーザー投射ヘッドをディフューザの任意の高さの位置において軸中心に固

10

15 定可能とする固定部から構成されることを特徴とする。

なお、本装置の設置前に、予め、施工対象であるディフューザ内部へのアクセスが可能となるようにジェットポンプの構成部品で取り外し可能なヘッドボルト、180度エルボ管、ノズル、バレル、アダプターなどを外しておくことを前提としている。

さらに、本発明において、上記アニュラス用レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続されディフューザの上端部に着座可能な寸法形状を有する前記水平導光管からのレーザー光を伝送する回転式導光管と、その下端内部には遠隔着脱可能な施工アーム用の接続部と、この接続部に対し炉内遠隔で着脱しディフューザ外面のレーザー照射施工を可能とする施工アームとから構成されることを特徴とする。

20

25

なお、本装置の設置前に、予め、ディフューザ上端への回転式導光管の設置が可能となるようにジェットポンプの構成部品で取り外し可能なヘッドボルト、180度エルボ管、ノズル、バレル、アダプターなどを外しておくことを前提としている。

- 5 さらに、上記アニュラス用レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続された導光管マストと、液圧ピストン・平行リンク機構とからなるシュラウド中間部胴回り込み機構と、ジェットポンプとシュラウド外壁とに挟まれた空間を通過可能な形状を有した挿入マストとレーザー投射ヘッドとから主に構成されることを特徴とする。
- 10

- また、本発明に依れば、上記レーザー投射ヘッドは、主に集光レンズユニット、スキャン用反射ミラー（もしくはプリズム）、水平スキャン機構、揺動スキャン機構、ステップ直動機構、焦点距離調整機構、施工面ごみ除去装置、1つあるいは複数の小型マイクロフォン、ハーフミラーとレトロリフレクタ、監視用カメラから構成され、レーザー投射ヘッドの光学系は、ヘッドの接続した導光管からのレーザー光は、蛇腹管を通過して、まずハーフミラーに入る。ここで、レトロリフレクタ側と集光レンズ側とに分光され、レトロリフレクタ側のレーザー光は偏光フィルタで偏光された後、再びハーフミラーに戻りレーザー発振器側に帰り、
- 15 集光レンズ側のレーザー光は、蛇腹管、集光レンズを通過後、仕切りの平板ガラスを通過して水中に入り、さらにスキャン用反射ミラーで反射し、施工対象物に向け投射されるように構成され、レーザー投射ヘッドの光学系駆動機構は、ヘッドの光学系全体が上下にステップ移動可能なようにリニアガイド、ボールネジ、ギヤ、回転アクチュエータなどから
- 20 構成される前記ステップ直動機構と、焦点距離が遠隔で増減調整可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータなどから構成される焦点距離調整
- 25

機構付き集光レンズユニットと、反射ミラーがレーザー入射光の光軸廻りに揺動回転可能なように軸受け、ギヤ、回転アクチュエータなどから構成される揺動スキャン機構、さらに集光レンズユニットと揺動スキャン機構全体が左右にステップ移動可能なように構成されるリニアガイド、

5 ボールネジ、ギヤ、回転アクチュエータなどから構成される水平スキャン機構とを具備していることを特徴とする。

さらにまた、上記レーザー投射ヘッドは、主に集光レンズユニット、スキャン用反射ミラー（もしくはプリズム）、揺動スキャン機構、伸縮導光管機構、焦点距離調整機構、施工面ごみ除去装置、1つあるいは複

10 数の小型マイクロフォン、監視用カメラから構成され、レーザー投射ヘッドの光学系は、レーザー投射ヘッドを接続した導光管からのレーザー光は、まず最初に2枚の平板ガラスで仕切られた中空ピストン状の伸縮導光管機構を通過して、集光レンズユニットに入り、仕切りの平板ガラスを通過して水中に入り、さらにスキャン用反射ミラーで反射し、施工

15 対象物に向け投射されるように構成され、レーザー投射ヘッドの光学系駆動機構は、ヘッドの光学系全体が上下にステップ伸縮可能なように2枚の平板ガラス、リニアポジションセンサ、Oリング、ピストン機構、復帰バネ、空圧チューブなどから構成される前記伸縮導光管機構と、焦点距離が増減調整可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータなどから

20 構成される焦点距離調整機構付き集光レンズユニットと、反射ミラーがレーザー入射光の光軸と直角でかつミラー面を含む軸方向に揺動回転走査可能なように軸受け、回転アクチュエータ、角度検出センサなどから構成される揺動スキャン機構とを具備したことを特徴とする。

また上記レーザー投射ヘッドは、主に集光レンズユニット、集光レンズ回転機構、スキャン用反射ミラー（もしくはプリズム）、伸縮導光管機構、焦点距離調整機構、揺動スキャン機構、施工面ごみ除去装置、1

25

つあるいは複数の小型マイクロフォン、監視用カメラから構成されることを特徴とする。レーザー投射ヘッドの光学系の構成は、ヘッドの接続した導光管からのレーザー光は、まず最初に2枚の平板ガラスに仕切られた中空ピストン状の伸縮導光管機構を通過して、焦点位置が横に偏光するように集光レンズの光軸を入光軸に対しわざとずらして整形、組立てられた集光レンズユニットに入り、仕切りの平板ガラスを通過して水中に入り、さらにスキャン用反射ミラーで反射し、施工対象物に向け投射され、その駆動機構は、ヘッドの光学系全体が上下にステップ伸縮可能なように2つの平板ガラス、リニアポジションセンサ、Oリング、ピストン機構、復帰バネ、空圧チューブなどから構成される前記伸縮導光管機構と、焦点距離が遠隔で増減調整可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータなどから構成される焦点距離調整機構付き集光レンズユニットと、前記集光レンズユニット全体がレーザー光軸廻りに回転可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータなどから構成される集光レンズ回転機構と、反射ミラーが前記集光レンズ回転機構の回転軸と同軸廻りに回転走査可能とする回転軸、回転アクチュエータなどから構成される揺動スキャン機構とを具備したことを特徴とする。

また、本発明に依れば、上記アニュラス用レーザー施工装置において、装置の先端付近にスクリュウとモータから構成される水中プロペラを備え、この水中プロペラの推進力により装置にかかる外力、水の流れや上記施工面ごみ除去装置の反力を押え、レーザー投射ヘッドを施工場所において静定させる力を得ることを特徴とする。

また、本発明に依れば上記レーザー発振器を耐水圧容器に入れ、上記旋回台車上に仮設し、レーザー発振器から旋回台車までの導光管と支柱を不要とし、前記レーザー発振器の投射口とすることを特徴とする。

上記レーザー発振器は、炉内遠隔で旋回台車へ設置、組立て、あるい

は分離ができるように位置決めピン、ロック機構を有し、かつレーザー発振器と旋回台車間の導光管は一度平板ガラスによって各々仕切られていることを特徴とする。

5 上述の本発明によれば、原子炉プール上方またはオペレーションフロア上に設置されたレーザー発振器から発射したレーザー光を導光管を通して炉心中心に設けた多段式組立て式の導光管マストを通し、炉心の真下へ空間伝送する。その後、シュラウド胴上の旋回、スライド機構内に設けた導光管により横方向に送り、さらにアニュラス用レーザー施工装置によりシュラウド胴外周でさらに原子炉圧力容器とシュラウド胴との間に形成されるアニュラス部内の施工対象物に照射する。これにより、
10 効率よくレーザー光を原子炉プール上方またはオペレーションフロア上から炉内アニュラス部内部の施工対象域まで送ることができる。

各構成要素の導光管は端面をガラスで仕切られ独立しており、任意に分割、遠隔着脱が可能な構成となっているので、施工対象毎に特化した
15 各種アニュラス用レーザー施工装置を簡単に炉内で交換可能である。

また、各要素毎の導光管内部を水中においても気中に保つことができる。また、水ノズルから清浄な水を常に吹き付けることで、各導光管を接続、組立て後、その仕切り板ガラスの隙間に残留する水にごみの混入や、ガラス面への気泡の発生を防ぐことが可能である。

20 また、各導光管内部の空気（あるいはガス）を乾き空気に置換することができ、水中においての導光管内部のミラー、ガラスへの露結発生を防止できる。

また、上記旋回台車を上部格子板の炉心中央の格子にクランプ機構で突っ張り固定し、ここを炉心を旋回中心に旋回台車を旋回することができ、その内部の水平導光管をシュラウド胴外周の任意の方位に位置決め
25 でき、かつ、スライド機構により旋回台車に結合するアニュラス用レー

ザー施工装置を半径方向にスライド位置調整することが可能である。

また、レーザー光をジェットポンプ下部のディフューザ内部に効果的に伝送することが実現でき、内部からの縦、横溶接部のレーザー光による予防保全・補修作業が実現可能である。

- 5 また本発明によれば、アニュラス用レーザー施工装置を回転式導光管と施工アームの2つの要素に分解することで、ディフューザ外面の施工を実現するものである。

- すなわち、まず、ジェットポンプの構成部品の一部である、ヘッドボルト、ノズル、バレル、アダプターなどディフューザから上方の施工上の障害となる部品を外した上で回転式導光管を設置し、この回転式導光管により、レーザー光をディフューザ上端まで伝送し、さらに、施工アームでディフューザ外周の下部溶接部位を全周実現することができる。これには、回転式導光管を施工アームと同時にディフューザ中心軸廻りに回る自由度と、施工アームの上下の伸縮自由度によって実現できる。

- 15 また、アニュラス用レーザー施工装置の全体外見を偏平長尺形状とすることで、炉内アニュラス部への挿入は、給水スパージャー、シュラウド胴、シュラウドヘッドボルトブラケット、およびジェットポンプライザーなどの炉内構造物に障害物が存在せず、炉上から直接バッフルプレートまでを見通すことができる横百数十mm、縦数十mmほどのジェットポンプ間の偏平な見通し空間を利用して垂直に吊り降ろして行い、挿入後、上端を旋回台車の接続機構と接続し、炉内に設置、固定することができる。

- この後、さらに、平行リンク機構を動作させ、挿入マストをシュラウド中間部胴外壁へ接近させる。この姿勢で、平行リンク機構はシュラウド上部胴下部とジェットポンプの頭との挟まれた間隙にあり、かつ挿入マストは、ジェットポンプとシュラウド中間胴との隙間を通過できる外

形寸法構成とする。

旋回台車の旋回動作により、アニュラス部レーザー施工装置を上げ下げすることなしに、シュラウド胴外周に沿って半周分は移動することが可能となり、シュラウド胴外周の水平溶接部の連続した予防保全・補修
5 施工が実現できる。

また、本発明によれば、レーザー光は、揺動スキャン機構の反射ミラー揺動により、水平方向に1スキャンされる。この動作と、ステップ直動機構によるヘッド光学系全体の上下ステップ移動とを組み合わせ、施工対象の溶接線溶金近傍において一定の区域をパルスレーザー光、ある
10 いは連続レーザー光で照射し、応力改善、材料改質などの予防保全や、レーザー溶接などの補修を実施することができる。レーザー光のフォーカスは、焦点距離調整機構で行うこともできる。

レトリフレクタを搭載することで、振動などの外乱等によって導光管が振動し光軸が動いても、現在の光軸位置と、目標とする光軸位置との位置ずれ情報をレトリフレクタにより、レーザー発信器側にリアル
15 タイムで戻すことができ、この情報から自動アライメント装置の制御機能により、レーザー投射ヘッドより上流側にある幾つかの可動式反射ミラーの角度を微動調整し光軸を自動補正し、常にレーザー光光軸ずれを一定の範囲内に静定させ、集光レンズにレーザー光を到達させることができる。
20 できる。

施工中、施工前後の状態の監視は、監視用カメラと、1つあるいは複数の小型マイクロフォンの音情報の分析から行うことができる。施工面ごみ除去装置を搭載することによりレーザー光の光路上にごみ等が混入することで施工時の障害とならないようにすることができる。

25 また本発明によれば、レーザー光は、揺動スキャン機構の反射ミラー傾きを揺動させ、垂直方向にスキャンされる。この動作と、水平スキャ

ン機構による反射ミラーの回転とを組み合わせ、施工対象の溶接線溶金近傍において一定の区域をパルスレーザー光、あるいは連続レーザー光で照射し、応力改善、材料改質などの予防保全や、レーザー溶接などの補修を実施することができる。

- 5 レーザー光のフォーカスは、焦点距離調整機構で行うことができる。施工位置の修正、移動は、伸縮導光管機構により行う。レトロリフレクタを搭載することで、振動などの外乱等によって導光管が振動し光軸が動いても、現在の光軸位置と、目標とする光軸位置との位置ずれ情報をレトロリフレクタにより、レーザー発信器側にリアルタイムで戻すこと
10 ができる。

この情報から自動アライメント装置の制御機能により、レーザー投射ヘッドより上流側にある幾つかの可動式反射ミラーの角度を微動調整し光軸を自動補正し、常にレーザー光光軸ずれを一定の範囲内に静定させ、集光レンズにレーザー光を到達させることができる。

- 15 施工中、施工前後の状態の監視は、監視用カメラと、1つあるいは複数の小型マイクロフォンの音情報の分析から行うことができる。施工面ごみ除去装置を搭載することによりレーザー光の光路上にごみ等が混入することで施工時の障害とならないようにすることができる。

- 20 また、集光レンズの中心軸が集光レンズ回転軸に対し偏芯しているため、焦点が集光レンズの回転軸に対し横にずれたところに合い、集光レンズを回転させると焦点が回転軸廻りに回ることを利用し、円形のスキャンを実現することができ、これをさらに反射ミラーで曲げ、反射ミラーを揺動することで円スキャンを水平に振り、螺旋状の2次元スキャンを行うことができる。

- 25 また、水中プロペラが発生する推力により、アニュラス用レーザー施工装置を施工場所において、施工面に押し付け、レーザー投射ヘッドを

静定させることができる。

また、レーザー発信器を炉内に設置することによりオペレーションフロア上から旋回台車までの導光管や支柱などの構成要素を不要とし、システムをコンパクトにすることができる。

- 5 さらにまた、旋回台車を炉内に残したままレーザー発信器のみを炉外へ回収することが可能となり、万が一、レーザー発信器のメンテナンスなどの理由により施工中に調整が必要となった場合、用意にレーザー発信器のみオペレーションフロア上に引上げ、直接保守することが可能であり、作業効率の低下を削減することができる。

10

図面の簡単な説明

- 第1図は、本発明に係るレーザ照射ヘッドおよびこの照射ヘッドを備えた原子炉内構造物の予防保全・補修装置を原子炉内に設置した状態を示す模式図。
- 15

第2図は、本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置の一実施形態を示す側面図。

第3図は、図2の予防保全・補修装置に備えられるレーザ照射ヘッドの正面図。

- 20 第4図は、図3のレーザ照射ヘッドの外側フレームを取外して示す簡略的な側面図。

第5図は、図2の予防保全・補修装置に備えられる本体位置決め装置の上部回転関節部分を示す断面図。

- 25 第6図は、レーザ照射ヘッドの上方に設置される下部回転関節部分を示す図。

第7図は、レーザ照射ヘッドの照射ヘッド上部を示す一部側断面図。

第8図は、(A)はシュラウドの縦溶接線右側部分におけるレーザ光の軌跡を示す図、(B)はシュラウドの縦溶接線右側部分におけるレーザ光の照射状態を模式的に示す平面図。

5 第9図は、本発明に係る光伝送装置の第1実施形態を示す基本的な構成図。

第10図は、本発明に係る光伝送装置の第2実施形態を示す基本的な構成図。

第11図は、本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置の実施の形態を示す鳥瞰図。

10 第12図は、本発明の第11図の要部断面図。

第13図は、本発明の一実施形態を示す縦断面図。

第14図は、本発明の一実施形態を示す縦断面図。

第15図は、本発明の一実施形態を示す鳥瞰図。

第16図は、本発明の一実施形態を示す鳥瞰図。

15 第17図は、(A)は、固定部の実施形態を示す側面図、(B)は(A)のレーザー投射ヘッドを示す縦断面図。

第18図は、本発明上記固定部のその他の実施の形態を示す側面図。

第19図は、本発明の一実施形態を示す鳥瞰図。

第20図は、本発明の実施形態を示す縦断面図。

20 第21図は、第20図における接続機構近傍を拡大して示す縦断面図。

第22図は、本発明の請求項13および15の一実施形態におけるアニュラス用レーザー装置を示す鳥瞰図。

第23図は、第22図における関節式導光管を一部断面で示す側面図。

25 第24図は、(A)は本発明の挿入マストを示す斜視図、(B)は(A)のA部を拡大して示す縦断面図。

第25図は、(A)は本発明の一実施形態におけるアニュラス用レー

ザー施工装置を示す鳥瞰図、(B)は(A)のA部を拡大して示す縦断面図。

第26図は、本発明の一実施形態におけるレーザー投射ヘッドと導光管との接続関係を示す立面図。

5 第27図は、本発明の一実施形態を一部断面で概略的に示す立面図。

第28図は、本発明の一実施形態を一部断面で示す立面図。

第29図は、本発明の一実施形態を一部断面で示す立面図。

図30図は、本発明の一実施形態の制御システム全体を示すブロック回路図。

10 第31図は、第30図において集光点から発生する音の時間計測をイメージ化した波形図。

第32図は、(A)は本発明の一実施形態における施工面ごみ除去装置を一部ブロックで示す側面図、(B)は(A)の上面図、(C)は(A)の水ジェットノズル近傍を拡大して示す縦断面図、(D)は(C)のA-A'矢視断面図。

15 第33図は、(A)は本発明の一実施形態における施工面ごみ除去装置を一部ブロックで示す側面図、(B)は(A)の上面図、(c)は(A)の水ジェットノズル近傍を拡大して示す縦断面図、(d)は(c)のB-B'矢視断面図。

20 第34図は、(A)は本発明の一実施形態の要部を示す斜視図、(B)は(A)のA部拡大図。

第35図は、本発明の一実施形態の要部を示す斜視図。

第36図は、(A)は本発明の一実施形態の要部を示す鳥瞰図、(B)は(A)のA部を矢視方向から見た一部断面で示す上面図。

25 第37図は、(A)は本発明の一実施形態の要部を示す鳥瞰図、(B)は(A)のA部を矢視方向から見た一部断面で示す上面図。

第38図は、本発明の一実施形態を一部側面で示す縦断面図。

第39図は、従来の原子炉内構造物の予防保全・補修装置の構成を示す模式図。

5

発明を実施するための最良の形態

本発明に係るレーザ照射ヘッドおよびこの照射ヘッドを備えた原子炉内構造物の予防保全・補修装置の一実施形態について添付図面を参照して説明する。

10 第1図は、本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置を原子炉内の狭隘部分に適用した例を示す模式図である。

第1図において符号610は、原子炉として例えば沸騰水型原子炉の原子炉圧力容器を示し、この原子炉圧力容器610内に円筒状のシュラウド611、炉心支持板612および上部格子板613が収容されて炉心部614が構成される。これらのシュラウド611、炉心支持板612および上部格子板613は原子炉内構造物615を構成する一方、炉心支持板612の下方に多数の制御棒案内管616が設置される。第1図には制御棒案内管616を1本だけ示している。なお、符号617はジェットポンプである。

20 原子炉圧力容器610内は、定期検査時等を利用して炉内構造物615の点検・検査が行なわれる一方、次の原子炉運転に備えて所定量の燃料交換が行なわれる。定期検査は、原子炉圧力容器610の上方に水を張った状態で行なわれる。この定期検査時等を利用して本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置620が用いられる。

25 この予防保全・補修装置620は、原子炉圧力容器610内の狭隘部分をレーザ光を用いて水中環境下で予防保全や補修を行なうものである。

原子炉压力容器610内には種々の狭隘部分が存在する。例えば、原子炉压力容器610内の円筒状のシュラウド611と炉心支持板612に挟まれたスリーブ状あるいはトラス状間隙部分は、幅約30mm、深さ400mmの円筒状狭隘部621となっている。シュラウド611の縦溶接線の一部や横溶接線が上記円筒状狭隘部621に対応する部分に位置している。

シュラウド611はプレート状あるいはリング状シュラウド構成部材（上部胴、中間部胴、下部胴）を縦・横の溶接線に沿って溶接して一体化し、円筒状に構成したもので、シュラウド611と炉心支持板612の円筒状狭隘部621にシュラウド中間部胴内側下半部分に存在する縦溶接線（V5内側溶接線）の一部やシュラウド中間部胴内側下端の水平溶接線（H6a内側溶接線）が位置される。シュラウド611の各溶接線は原子炉運転中に熱的に厳しい環境下で使用されるため、長年の使用により劣化する恐れがある。この予防保全・補修装置620は原子炉内構造物615の狭隘部分の予防保全や補修を行なって、炉内構造物615の施工困難な狭隘部621の表層の応力改善、鋭敏化した金属組織の表面改質、溶接補修（メンテナンス）を効率よく、有効的に行なうものである。

原子炉内構造物の予防保全・補修装置620は、第1図に示すように、原子炉压力容器610の上方のオペレーションフロア623に設置されたレーザ装置624と、このレーザ装置624から発振されたレーザ光Lを原子炉压力容器610内に導くレーザ導光手段625と、導かれたレーザ光をレーザ照射ヘッド626に案内するレーザ光伝送手段としてのレーザガイド関節走査手段627とを備える。このレーザガイド関節走査手段627はレーザ導光手段625からのレーザ光Lをレーザ照射ヘッド626に気中伝送させるレーザ光伝送手段を構成している。この

伝送手段627は水中環境下でレーザ光Lをレーザ照射ヘッド626に導く水中環境下導光手段を構成している。

一方、予防保全・補修装置620は第2図に示すように、炉心部614の上部格子板613と炉心支持板612との間に設置される細長い筒状あるいはボックス状の本体位置決め装置629を備える。本体位置決め装置629は旋回自在に設けられた筒状の本体ケース630を備え、この本体ケース630にレーザ照射ヘッド626がヘッド進退機構631により進退自在に収納される。レーザ照射ヘッド626は本体ケース630内に収納される格納位置と本体ケース630の側開口から側方に突出する張出し位置との間を進退して移動自在に支持される。

また、レーザ照射ヘッド626は扁平なフレーム枠あるいはプレート構造の照射ヘッド本体632とこの照射ヘッド本体632に昇降自在に支持された同じく細長くて扁平な昇降サポート機構としての昇降支持フレーム機構633とを備え、この昇降支持フレーム機構633の下端部付近にレーザ光Lを出射させる出射ミラーとしての反射ミラー（後述する）が備えられる。

ところで、例えば原子炉圧力容器610の上方のオペレーションフロア623上に設置されたレーザ装置624は、第1図に示すように、レーザ発振器635とこのレーザ発振に必要な高電圧を供給するレーザ電源636とを備える。さらに、オペレーションフロア623上には予防保全・補修装置620の作動制御や操作を行なう制御盤および操作盤634が設けられる。

レーザ発振器635から出力されたレーザ光Lは、レーザ導光手段である原子炉内上部導光装置625により上部格子板613付近まで導かれ、続いて本体位置決め装置629の本体ケース630内に伝送される。原子炉内上部導光装置625は気中導光手段625aおよび水中導光手

段625bを略L字状に連結して気中伝送されるものである。水中導光手段625bの下端部は上部格子板613上に設置され、支持される。

本体位置決め装置629は、第2図に示すように、軸方向上部に円筒部材638が本体ケース630と軸方向一体に備えられる一方、軸方向
5 下端部に本体ケース630のケースフランジ639が備えられ、このケースフランジ639が制御棒案内管616の頂部に旋回自在にサポートされる。本体ケース630上部の円筒部材638は上部格子板613の格子部に対応して位置し、本体ケース630の上部がクランプ装置640により上部格子板613に旋回可能にクランプされる。

10 クランプ装置640は円筒部材638を回転可能に覆うスリーブ状のクランプ筒641と、上部格子板613の格子壁に当接して停止可能なクランプパッド642と、このクランプパッド642をクランプ筒641に進退自在に支持するパッド進退支持機構643と、このパッド進退支持機構643を作動させるクランプ作動機構644とを有する。クランプ
15 ンブパッド642は上部格子板613の矩形の格子壁に対応して4箇所設けられる。

クランプ作動機構644は、例えばエアシリンダであり、本体ケース630内に設けられた固定導光パイプ645に固定される。このエアシリンダの作動により作動ロッド644aが昇降し、クランプパッド64
20 2を上部格子板613の格子壁に押圧して係止させるクランプ位置と格子壁から後退した解放位置との間を進退自在に支持している。

また、クランプ装置640に対応して本体ケース630を旋回させる旋回装置646が設けられ、この旋回装置646は固定用導光パイプ645に付設される。旋回装置646は、例えば旋回用モータ647を備
25 え、このモータ駆動によりモータ出力軸を介して動力伝動手段648により円筒部材638を回転駆動させ、本体ケース630を中心軸線廻り

に旋回させるようになっている。固定導光パイプ645の頂部側に吊り
ボルト649が設けられ、この吊りボルト649を利用して予防保全・
補修装置620の本体ケース630が吊込み装置（図示せず）により吊
り込まれ、設置されるようになっている。吊込み装置は、原子炉建屋内
5 に付設される燃料交換機あるいは作業台車に取付けられる。

一方、本体ケース630内には固定導光パイプ645に昇降導光パイ
プ650がテレスコピック状に設けられる。昇降導光パイプ650は固
定導光パイプ645に昇降かつ旋回自在にテレスコピックに支持され、
本体ケース630と回転一体に保持される。上記昇降導光パイプ650
10 の下端部には細長い本体ベース651が一体に接続される。上記昇降導
光パイプ650および本体ベース651の昇降は、本体ケース630の
下部に設けられたベース昇降装置653により行なわれる。

ベース昇降装置653は本体ケース630の下端部に固定された可逆
回転可能な昇降用モータ654と、この昇降用モータ654の駆動によ
り動力伝達手段を介して回転駆動される昇降用ボールネジとしてのスク
15 リューシャフト655と、このスクリーシャフト655にねじ結合す
る昇降用ナット656とを備える。昇降用ナット656は昇降用本体ベ
ース651に固定され、昇降用モータ653のモータ駆動により、昇降
用ナット656が昇降せしめられる。この昇降用ナット656の昇降に
20 追従して昇降用本体ベース651および昇降導光パイプ650が一体的
に昇降せしめられる。

さらに昇降用本体ベース651にヘッド張出し機構としてのヘッド進
退機構631を介してレーザ照射ヘッド626が進退自在に支持される。
ヘッド進退機構631は例えば平行4節リンク機構655とリンク作動
25 機構656とで構成される。平行4節リンク機構655はレーザ照射ヘ
ッド626と本体ケース630の昇降ベース652との間に対向して一

対設けられる。平行4節リンク機構655はエアシリンダ等のリンク作
動機構656により作動せしめられ、シュラウド611の内側壁に押圧
される張出し位置と本体ケース630の収納位置との間を進退自在に支
持される。リンク作動機構656は例えばエアシリンダで構成され、こ
5 のエアシリンダ656の一端を昇降ベース652に、その他端側の作動
ロッドを平行4節リンク機構655の構成リンクの途中に、それぞれ回
転可能にヒンジ連結することにより構成される。

レーザ照射ヘッド626は第3図に示すように、ヘッド進退機構63
1である平行4節リンク機構655にリンク結合された偏平な矩形棒体
10 構造の照射ヘッド本体632を有する。照射ヘッド本体632は中央部
にレーザ光導光パイプとしてのヘッド内導光部材658を長手方向に備
える一方、照射ヘッド本体632は平行4節リンク機構655の先端揺
動リンクを備えている。照射ヘッド本体632は揺動リンクを構成する
対をなす外側フレーム60と、この外側フレーム60に耳軸回りに回転
15 可能に支持された矩形の中間フレーム枠としての第1フレーム61と、
この第1フレーム61の垂直軸廻りに回転可能に支持された内側フレ
ーム枠としての矩形の第2フレーム62とからフレーム組立体を構成して
いる。

第1フレーム61と第2フレーム62は、第3図および第4図に示す
20 ように、直交2軸のジンバル機構を構成しており、平行4節リンク機構
655を作動させてレーザ照射ヘッド626をシュラウド611に押し
付けたとき、内側フレームである第2フレーム662の4隅部に設けら
れた押付部663がシュラウド611内側壁に安定的に当接して押圧し、
レーザ照射ヘッド626をシュラウド611に安定的にかつ確実に設置
25 できるようになっている。

予防保全・補修装置620が斜めに設置されたときにも、レーザ照射

ヘッド626はジンバル機構661、662により水平軸、垂直軸廻りのずれを吸収して押付けることが可能になる。

照射ヘッド本体632の内側フレームである第2フレーム662には、中央にヘッド内導光部材658が長手方向に取付けられており、第2フレーム662の下方に昇降支持フレーム機構633が昇降可能に配置されている。昇降支持フレーム機構633も全体として偏平な矩形の枠体構造に構成され、フレーム昇降装置665の作動により、ガイドレール666に沿って安定的に昇降せしめられる。

フレーム昇降装置665は第2フレーム662と昇降支持フレーム機構633との間に設けられる。具体的には、例えば、第2フレーム662を補強する水平ブリッジフレーム667に設けられた昇降用モータ668と、この昇降用モータ668にて回転駆動される出力シャフトとしてのスクリーシャフト669と、このスクリーシャフト669にねじ結合されるフレーム昇降ナット670とを有する。フレーム昇降ナット670は昇降支持フレーム機構633に固定される。

フレーム昇降装置665の作動により、昇降支持フレーム機構633は両側に設けられたガイドシュー671が第2フレーム662のガイドレール666に沿ってスライドして案内され、安定的にかつスムーズに昇降せしめられる。

レーザ照射ヘッド626の昇降支持フレーム機構633は上下にブリッジフレーム672が設けられて補強される一方、上下のブリッジフレーム672間にスライドフレーム673が昇降自在に支持される。このスライドフレーム673はレンズ移動調整装置674により昇降支持フレーム機構633の昇降フレーム675に沿って昇降せしめられる。スライドフレーム673は両側に昇降フレーム675に沿って案内されるスライダ676を備える一方、中央に集光レンズ677を設置している。

レンズ移動調整装置 674 は、スライドフレーム 673 に設けられた集光レンズ 677 と昇降支持フレーム機構 633 下端部の反射ミラー 678 との間の間隔を調整する距離調整手段として機能する。レンズ移動調整装置 674 は昇降フレーム 675 に固定された調整用昇降モータ 680 と、このモータ 680 により回転駆動される調整用スクリーシャフト 681 と、このスクリーシャフト 681 にねじ結合される調整用ナット 682 とを備え、調整用ナット 682 はスライドフレーム 673 に取付けられる。

前記集光レンズ 677 と反射ミラー 678 はレーザ照射ヘッド 626 の照射走査光学系 679 を構成している。この照射走査光学系 679 は、細長い偏平フレーム構造の昇降支持フレーム機構 633 内に収納され、昇降支持フレーム機構 633 とともに原子炉内構造物 615 の円筒状狭隘部 621 等の種々の狭隘部に自由に出し入れできるようになっている。照射走査光学系 679 の集光レンズ 677 と反射ミラー 678 間の光路およびヘッド内導光部材 658 から集光レンズ 677 に至る光路は周囲環境に露出して空間伝送路を構成している。ヘッド内導光部材 658、集光レンズ 677、反射ミラー 678 は各々独立してレーザ照射ヘッド 626 に取付けられるようになっており、取付けの自由度を向上させることができる。

また、昇降支持フレーム機構 633 の下端部中央に設けられた反射ミラー 678 は、ミラー回転手段としての首振装置 684 によりレーザ光 L の光軸廻りに首振り自在（回転自在）に支持される。首振装置 684 は昇降フレーム 675 のブリッジフレーム 672 に設置された首振り用モータ 685 と、このモータの回転駆動力を反射ミラー 678 に伝達する動力伝動手段 686 とを備える。動力伝動手段 687 はモータ出力軸に固定されたドライブプーリ 687 と、このドライブプーリ 687 にタ

イミングベルト688を介して作動連結するドリブンプーリ689とを
備え、このドリブンプーリ689が昇降支持フレーム機構633の下部
ブリッジフレーム672に回転可能に支持される。ドリブンプーリ68
9は反射ミラー678を支持する支持筒と一体あるいは一体的に形成さ
5 れる一方、ドライブプーリ687より大径に形成され、反射ミラー67
8の首振り角度を微調整できるようになっている。尚、動力伝達手段6
86はベルトプーリ機構に代えてギヤ機構で構成してもよい。

昇降支持フレーム機構633の上部ブリッジフレーム672の左右に
首振装置684のモータ685とレンズ移動調整装置674のモータ6
10 80とを設置することにより、昇降支持フレーム機構633の左右をヘ
ッド内導光部材658の両側で重量的にバランスさせることができる。
レンズ移動調整用モータ680を昇降支持フレーム機構633側に設け
る代りに、スライドフレーム673側に設けてもよい。この場合には、
調整用ナット682は昇降支持フレーム機構633側に設けられる。

15 また、昇降支持フレーム機構633を昇降させるフレーム昇降装置6
5のモータ68を照射ヘッド本体632側の第2フレーム62に設ける
代りに昇降支持フレーム機構633側に設けてもよい。この場合には、
昇降用ナット670は第2フレーム62側に設けられる。このフレーム
昇降装置65は集光レンズ677と反射ミラー678の相対距離を一定
20 に保ったまま、レーザ光の光軸方向に集光レンズ677および反射ミラ
ー678を移動させ得るようになっている。

さらに、レーザ照射ヘッド626の昇降支持フレーム機構633には、
施工対象箇所に対するレーザ照射ヘッド626の位置を計測するヘッド
位置計測手段としての目視用カメラ680を設け、この目視用カメラ6
25 80でレーザ照射ヘッド626の設置位置や溶接線、施工状態を遠隔地
から目視確認できるようになっている。また、昇降支持フレーム機構6

33には、施工対象箇所へのレーザ光照射状態を把握し、計測する複数筒、例えば3筒の超音波マイク681が取付けられている。さらに、レーザ光照射点（溶接線）位置検出手段としてフェライトインジケータ682が昇降支持フレーム機構633に備えられ、このインジケータ682により溶接線に対するレーザ照射ヘッド626の位置を計測してレーザ照射ヘッド626の位置合せを行なっており、位置を調整することができるようになっている。

次に、第5図および第6図を参照して原子炉圧力容器610内に導かれたレーザ光Lをレーザ照射ヘッド626に案内されるレーザ光伝送装置について説明する。

原子炉圧力容器610内の上部格子板13付近までレーザ導光手段625により導かれたレーザ光Lは、予防保全・補修装置620の本体ケース630内に導かれる。具体的には、本体位置決め装置629を構成する本体ケース630の固定導光パイプ645に導かれ、この固定導光パイプ645から昇降導光パイプ650に案内される。

昇降導光パイプ650の下部には、レーザ光Lをクランク状に回転走査可能な第1クランク走査機構695が設けられ、このクランク走査機構695が上部回転関節走査機構を構成している。第1クランク走査機構695は、第5図に示すように対をなすクランクミラー696、697を有し、レーザ光をクランク状に走査させるようになっている。第1クランクミラー696は昇降導光パイプ650の下方固定の本体筒698に傾斜して設置されたハーフミラーであり、昇降導光パイプ650内を上方より案内されたレーザ光Lは、第1クランクミラー696で90度真横に反射される。この反射レーザ光Lは第2クランクミラー697により再び690度真横に反射されてクランク状に走査され、張出し導光パイプ699内に導かれる。

第1クランク走査機構695の本体筒698は昇降導光パイプ650
と昇降用本体ベース651とを一体に連結する連結手段を構成しており、
上記本体筒698の側方にエルボ部材700が上部回転関節701によ
り旋回可能に支持される。このエルボ部材700には反射ミラーとして
5 の第2クランクミラー697が設けられる。上記エルボ部材700には
張出し導光パイプが摺動関節702により伸縮スライド自在に支持され
る。張出し導光パイプ699が回転してもレーザ光Lをその中心に向け
て伝送させることができる。

一方、第1クランク走査機構695の第1クランクミラー696はハ
ーフミラーとなっており、透過したレーザ光Lの一部は偏光素子703
10 を通過して光軸ずれ検出手段としてのレトロリフレクタ704に入光さ
れる。レトロリフレクタ704はレーザ光Lが昇降導光パイプ650の
軸心を通っている間は中心に反射し、軸心からずれた場合は軸心に関し
てずれた方向と反対側に反射する光学素子である。このレトロリフレク
15 タ704により、レーザ光Lの光軸が軸心からずれた場合でも、レトロ
リフレクタ704からの反射光を入射側（レーザ出力側）で検出するこ
とでレーザ光Lの光軸補正を行なうことができる。

また、昇降導光パイプ650から第1クランク走査機構695を通っ
て張出し導光パイプ699に案内されたレーザ光Lは、続いてこの張出
20 し導光パイプ699の他側に設けられた第2クランク走査機構706に
導かれる。第2クランク走査機構706は、第6図に示すように、対向
する一対のクランクミラー707、708を備えてレーザ光Lをクラン
ク状に走査させるようになっている。第1クランクミラー707は張出
し導光パイプ699の他側に斜設され、張出し導光パイプ699内を通
25 ってきたレーザ光Lを90度真横に、例えば水平方向に反射させている。
反射されたレーザ光Lは第2クランクミラー708により90度下方に、

例えば垂直方向に反射され、クランク状に走査される。

第2クランクミラー708を保持する保持筒709は下部水平回転関節710により第1クランクミラー707の保持筒711に軸線廻りに回転自在に支持される。

5 また、第2クランクミラー708の保持筒710には、ヘッド上部ハウジングとしての張出し筒712が下部垂直回転関節713により軸線廻りに回転自在に支持される。張出し筒712はレーザ照射ヘッド26の照射ヘッド本体632に取付ブラケット714を介して取付られ、照射ヘッド上部715を構成している。

10 張出し筒712の途中には第7図に示すように、照射ヘッド上部ミラー716が斜設される。この上部ミラー716はハーフミラーで構成され、第2クランク走査機構706により張出し筒712内に案内されたレーザ光Lは、照射ヘッド上部ミラー716により90度前方に反射され、シールガラス717を通過してレーザ照射ヘッド26の筒状ヘッド
15 内導光部材658に導かれ、このヘッド内導光部材658を気中伝送される。

また、照射ヘッド上部ミラー716はハーフミラーとなっており、レーザ光Lの一部は透過して偏光素子718に案内され、続いてこの偏光素子718を透過して光軸ずれ検出手段としてのレトロリフレクタ71
20 9に入光される。このレトロリフレクタ719は本体ケース630側に格納されたレトロリフレクタ704（第5図参照）と同様レーザ光Lの光軸ずれを検出し、補正する手段を構成している。

レトロリフレクタ704を設置することにより、張出し導光パイプ699を通過する前に光軸補正されたレーザ光Lが第1および第2クランク走査機構695、706を通過することで下流側で光軸ずれが生じた
25 場合にも、軸心側へのレーザ光Lの補正が可能となる。

さらに、張出し筒712の光学素子であるシールガラス717からレーザー照射ヘッド626のヘッド内導光部材658に案内されたレーザー光Lは、このヘッド内導光部材658内を気中伝送されて第3図および第4図に示すように、下端部から水中に放射され、集光レンズ677を経て反射ミラー678により円筒状狭陰部621の施工対象箇所に照射し、
5 シュラウド中間胴下部の施工対象箇所の予防保全・補修を行なうようになっている。この施工対象箇所へのレーザー光の照射により、溶接施工時に熱影響を受けて発生した残留引張応力を圧縮応力に変える応力改善を行ったり、この溶接線近傍の表層応力改善の他、鋭敏化した金属組織
10 の表面改質、溶接補修を行なうことができる。

その際、レーザー照射ヘッド626のヘッド内導光部材658は照射ヘッド本体632のジンバル機構を構成する第2フレーム662に取付部材720で固定されているので、ヘッド内導光部材658も水平軸および垂直軸廻りに動くことになる。しかし、第2フレーム662と張出し筒712は取付ブラケット714で連結固定されているので、レーザー照射ヘッド626はレーザー光受光部分がずれることがない。ヘッド内導光部材658は上部に図示しないプリズムを、下部に図示しないシールガラス等の光学部材を取付けた導光管で構成されており、内部にレーザー光Lを気中伝送するようになっている。なお、符号721はヘッド内導光部材658の位置調整機構である。
15
20

また、このとき、レーザー照射ヘッド626の第2フレーム662のジンバル機構による水平軸、垂直軸廻りの変位は、第2図乃至第7図に示された上部回転関節701、摺動関節部702、下部水平回転関節710および下部垂直回転関節713の回転（旋回）およびスライド動作により吸収されるので、レーザー光Lの光軸がずれることはない。
25

さらに、ヘッド内導光部材658を透過したレーザー光Lは集光レンズ

677に集光され、反射ミラー678により施工箇所に照射される。反射ミラー678から施工対象箇所（レーザ照射点）までの距離が変化した場合でも、集光レンズ677と反射ミラー678との距離をレンズ移動調整装置674で変化させることで、レーザ光Lの焦点を施工対象箇所
5 所に合せることができる。レーザ照射ヘッド626の設置時等の位置ずれを調整し、施工可能なレーザ光Lのエネルギー密度を有効的に得ることができる。

このようにして、レーザ発振器635から出力されたレーザ光Lは、導光手段である原子炉内導光装置625により上部格子板613付近に
10 案内され、案内されたレーザ光Lは続いて予防保全・補修装置620の本体ケース630内に導かれる。

本体位置決め装置629の本体ケース630に導かれたレーザ光Lは、固定導光パイプ645から昇降導光パイプ650に案内され、さらに昇降導光パイプ650から第1クランク走査機構695を経て張出し導光
15 パイプ699に案内される。続いてこの張出し導光パイプ699から第2クランク走査機構706を経てレーザ照射ヘッド626のヘッド上部ハウジングである張出し筒712内に案内される。これらの固定導光パイプ645、昇降導光パイプ650、第1クランク走査機構695、張出し導光パイプ699、第2クランク機構706および張出し筒712
20 により、原子炉圧力容器610の上部格子板613付近に案内されたレーザ光Lをレーザ照射ヘッド626に導くレーザ光伝送手段としてのレーザガイド関節走査手段627が構成される。

次に、本発明実施例における原子炉内構造物の予防保全・補修装置を用いた作業方法を説明する。

25 原子炉内構造物の予防保全・補修装置620は、レーザ照射ヘッド626を本体ケース630に格納した状態で、図示しない天井クレーンや

燃料交換機に付設された図示しない吊込み装置を利用して吊り降し、予防保全・補修装置620の本体位置決め装置629を、上部格子板613の格子を通過させて制御棒案内管616上に設置する。このとき、原子炉圧力容器610内は水を張った状態に維持される。また、本体位置
5 決め装置629は、本体ケース630内にレーザ照射ヘッド626やレーザ光伝送手段を収納した状態で吊り降される。

予防保全・補修装置620の本体位置決め装置629を制御棒案内管616上に設置した後、クランプ装置640を作動させてクランプパッド642を上部格子板613の格子内4箇所に押し付け、本体位置決め
10 装置629を上部格子板613と炉心支持板612の間で固定させる。その後、旋回装置647を駆動させて本体位置決め装置629の本体ケース630をその長手軸線廻りに旋回させてレーザ照射ヘッド626を張り出す方向を定める。

続いて、ベース昇降装置653を駆動させて本体ベース651を昇降
15 させ、レーザ照射ヘッド626を上下に移動させ、レーザー施工を行なう位置を位置決めする一方、ヘッド進退機構631を駆動させてレーザ照射ヘッド626を本体ケース630から張り出させ、レーザ照射ヘッド626を原子炉内構造物615であるシュラウド611の内側壁に押し付け、固定させる。この固定はレーザ照射ヘッド626に備えられた
20 ジンバル機構61、62により安定的に行なわれる。

レーザ照射ヘッド626をシュラウド611の内側壁に押圧し、固定した状態で、シュラウド611と炉心支持板612の円筒状狭隘部621に、レーザ照射ヘッド626の下端延長部を挿入する。具体的には、レーザ照射ヘッド626の偏平フレーム構造の昇降支持フレーム機構6
25 33を、第3図に示すフレーム昇降装置665を駆動させて照射ヘッド本体632に対して下方にスライドさせて円筒状狭隘部621に挿入す

る。

一方、原子炉圧力容器610上方のオペレーションフロア623上に
レーザ装置624を設置するとともに、レーザ装置624から出力され
るレーザ光Lを原子炉圧力容器610内に気中伝送させるレーザ導光手
5 段625の下端部を上部格子板613上に設置して予防保全・補修作業
の準備が完了する。

その後、レーザ装置624を作動させて原子炉内構造物615の円筒
状狹隘部621の予防保全・補修作業を水中環境下にて行なう。

レーザ装置624を作動させるとレーザ発振器635からレーザ光L
10 が発振せしめられる。発振されたレーザ光Lはレーザ導光手段625
(気中導光手段625aおよび水中導光手段625b)を経て原子炉圧
力容器610内の上部格子板613付近に案内され、続いて予防保全・
補修装置620の本体位置決め装置629内に導かれる。

レーザ光Lは、本体位置決め装置629の本体ケース630上部の固
15 定導光パイプ645に案内されて昇降導光パイプ650に導かれ、この
昇降導光パイプ650から第1クランク走査機構695により張出し導
光パイプ699に気中伝送され、続いてこの導光パイプ699から第2
クランク走査機構706を経てレーザ照射ヘッド626のヘッド上部ハ
ウジングである張出し筒712に案内される。すなわち、レーザ導光手
20 段625により原子炉圧力容器610内の上部格子板613付近に案内
されたレーザ光Lはレーザ光伝送手段であるレーザガイド関節走査手段
627によりレーザ照射ヘッド626に気中伝送され、レーザ照射ヘッ
ド626のヘッド内導光部材658に案内される。

レーザ照射ヘッド626に導かれたレーザ光Lはヘッド内導光部材6
25 58内を気中伝送されて下端から取り出され、第3図に示された集光レ
ンズ677で集光され、反射ミラー678により円筒状狹隘部621の

施工箇所照射され、各種の施工を行なうことができる。

レーザ照射ヘッド626からのレーザ光L照射は、第8図(A)および(B)に示す手順で行なわれる。このレーザ照射ヘッド626によるレーザ光Lの照射手順を説明する。

- 5 第8図(A)は、原子炉内構造物615の円筒状狭隘部621に位置するシュラウド611の縦溶接線(V5縦溶接線)123を例にとり、熱影響部の右側に照射したレーザ光Lの軌跡を示したものである。

- レーザ光Lは反射ミラー678の反射点0から斜め下方に第4図に示すように照射され、シュラウド611内側壁のレーザ照射点Aに到達する。このレーザ照射状態でレンズ移動調整装置674を駆動させて集光
10 レンズ677と反射ミラー678間の距離を調整し、この調整後、集光レンズ677と反射ミラー678の相対距離を保ったまま、フレーム昇降装置65を作動させて昇降支持フレーム機構633を下降(昇降)スライドさせる。この昇降支持フレーム機構633の下降スライドにより
15 レーザ照射点Aを点Bまで移動させる。

- この場合、昇降支持フレーム機構633のスライド移動は、ヘッド内導光部材658の軸方向に行なわれるので、レーザ光Lは集光レンズ677までの光軸と平行にスキャンされ、集光レンズ677から反射ミラー678を経由したレーザ照射点までの光路長はスキャン中一定となる。
20 したがって、反射ミラー678をレーザ光軸と直角な軸廻りに回転させる場合と異なり、レーザ光Lの照射エネルギー密度が均一化し、施工品質を向上させることができる。

- 1 スパンS分のレーザ光走査が終了したら、首振装置684を駆動させて1ピッチP分だけ移動させる。具体的には首振り用モータ685により反射ミラー678を回転させ、1ピッチP分だけ、レーザ照射点を
25 右方向に移動させる。その後、フレーム昇降装置65を作動させて1ス

パンS分だけ上方に昇降支持フレーム機構633をスライド移動させ、以後、順次これらの操作を繰り返す。そのときのレーザ光Lによる照射軌跡724は第8図(A)に示すようにジグザグ状に走査された軌跡をたどる。

- 5 反射ミラー678を首振装置684の作動で順次回転させていくと、反射ミラー678の反射点0からレーザ照射点までの距離が変化していくが、この距離変化によりレーザ照射点において、レーザ光Lの焦点が合わず、施工可能なレーザエネルギー密度が得られなくなった場合には、
- 10 レンズ移動調整装置674を作動させて集光レンズ677と反射ミラー678の距離を調整することで、レーザ光Lの焦点を施工点（レーザ照射点）に合わせることができる。

- ところで、本実施形態に示された予防保全・補修装置620において、レーザ照射ヘッド626は第7図に示すように、張出し筒712のシールガラス717からヘッド内導光部材658までの光路と、ヘッド内導
- 15 光部材658から集光レンズ677までの光路、さらに、集光レンズ677から反射ミラー678までの光路を周囲環境に露出させ、レーザ光Lを直接水中伝送させている。これらのレーザ光Lの導光に気中光伝送用の導光管を使用しないので、ヘッド内導光部材658と集光レンズ677と反射ミラー678をレーザ照射ヘッド626に個別に各々取付け
- 20 ることができ、取付自由度が向上し、レーザ光Lの光軸調整が容易となる。

- また、集光レンズ677と反射ミラー678の相対距離をレンズ移動調整装置674で容易に移動調整させることができる一方、集光レンズ677と反射ミラー678の相対距離を保ったまま、フレーム昇降機構
- 25 665で昇降させることができる。これらの集光レンズ677と反射ミラー678の相対距離調整や、相対距離を保ったままの昇降に、両者を

液密シールの導光管で接続させる必要がないので、導光管の肉厚分を導光面積としてレーザ光導光に利用でき、反射ミラー 6 7 8 までの導光時の信頼性を向上させることができる。

5 以上に述べたレーザ照射ヘッド 6 2 6 によるレーザ光 L の照射手順は、レーザ照射ヘッド 6 2 6 を一ヶ所に押付けて固定したときのレーザ光照射手順を開示したものであり、以後このレーザ光照射手順を縦溶接線（V 5 内側溶接線）7 2 3 に対してレーザ照射ヘッド 6 2 6 の設置位置を上下、左右に変えて行なう。

10 レーザ照射ヘッド 6 2 6 の設置位置を変えるには、第 2 図に示されたヘッド進退機構 6 3 1 の張出し力をリンク作動機構 6 5 6 のエテシリンダを作動させて低下させ、その後、ベース昇降装置 6 5 3 および旋回装置 4 7 を作動させ、レーザ照射ヘッド 6 2 6 を移動させることにより行なう。

15 円筒状狭隘部 6 2 1 の水平溶接線（H 6 a 内側溶接線）をレーザ照射ヘッド 6 2 6 の設置位置を種々変えてレーザ光照射することにより、同様に施工することができる。

この予防保全・補修装置 6 2 0 においては、原子炉内構造物 6 1 5 であるシュラウド胴内壁の溶接線のうち、施工困難なシュラウド中間部胴と炉心支持板 6 1 2 に挟まれた円筒状狭隘部 2 1 の箇所でも、レーザ光
20 を用いた溶接線近傍の表層の応力改善や鋭敏化した金属組織の表面改質、溶接補修作業を遠隔にて自動的に行うことが可能になる。

また、第 3 図に示すようにレーザ照射ヘッド 6 2 6 に取付けた目視用カメラ 6 9 0 により施工位置や施工状態を監視、記録することが可能であり、施工品質を向上することができる。さらに、レーザ照射ヘッド 6
25 2 6 内に取付けた超音波マイク 6 9 1 によりレーザ照射点 B から発生伝播した超音波を検出し、レーザ照射ヘッド 6 2 6 に対する相対的なレー

ザ照射点Bの位置が計測できるので施工位置の信頼性を向上させることができる。

次に、本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置の変形例について説明する。

- 5 予防保全・補修装置620の一実施形態では、第2図に示すように、
気中伝送のヘッド内導光部材658を備えた例を説明したが、ヘッド内
導光部材658を透明度の高い棒状ガラスで構成してもよい。ヘッド内
導光部材658をガラス製とすることにより、ガラスの取付け位置がず
れてしまってもレーザ照射ヘッド626上部で受光したレーザ光Lをガ
10 ラスの側面で反射し導光することができるので必ず集光レンズ767に
導くことが可能になる。その結果、予防保全・補修装置620の信頼性
が向上し、さらに施工品質を向上させることができる。

- さらにまた、レーザ照射ヘッド626には、照射ヘッド本体632に
偏平フレーム構造の昇降支持フレーム機構633を昇降自在に設け、こ
15 の昇降支持フレーム機構633に第3図に示すようにレンズ移動調整装
置674を設けて集光レンズ677を移動調節自在とした例を示したが、
このレンズ移動調整装置674に代えて集光レンズ677と反射ミラー
(出射ミラー)678の間の相対間隔を調整できる間隔調整装置であれ
ばよい。この間隔調整装置は、反射ミラー678側を移動調整できるも
20 のであってもよい。

- また、本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置においては、
レーザ照射ヘッドを照射ヘッド本体とこの照射ヘッド本体にスライド昇
降自在な昇降支持フレーム機構で構成し、昇降支持フレーム機構を細長
い偏平フレーム構造に形成して原子炉内構造物の円筒状狭隘部に出し入
25 れ自在とした例を示したが、昇降支持フレーム機構は、炉内構造物の狭
隘部に出し入れできるものであれば、偏平フレーム構造に限定されず、

細長いボックス構造であっても、細長い筒状構造あるいは他の形状であってもよい。

さらに、本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置は、沸騰水型原子炉内の炉内構造物だけでなく、加圧水型原子炉の炉内構造物の

5 予防保全・補修を行なうことができる。

本発明はさらに光伝送装置およびその調整方法を提供するものであり、その実施の形態について以下添付図面を参照して説明する。

第9図は本発明に係る光伝送装置の第1実施形態を示す基本的な構成図である。

10 第9図において、符号810はレーザ光を気中伝送させる光伝送装置を示す。この光伝送装置810はミラーを組合せて、光伝送路811を構成するレーザ導光手段としての光伝送手段812と、この光伝送路811に加工、検査、予防保全あるいは補修用レーザ光を出力する光源としてのメインレーザ装置813と、光伝送路811の光軸調整用ガイド

15 光としてのガイドレーザ光を出力するガイドレーザ装置814とを備える。

メインレーザ装置813から出力されるレーザ光は光合成手段であるダイクロイックミラー815を介して光伝送路811に案内され、この光伝送路811内を気中伝送されてレーザ照射ヘッド816に導かれ、

20 このレーザ照射ヘッド816から対象物817に照射され、対象物817の加工、検査、予防保全あるいは補修を行なうようになっている。

第9図では、メインレーザ装置813にYAGレーザ装置を採用した例を示す。YAGレーザ装置から発振されたレーザ光を光伝送装置810により光伝送路811内を案内し、対象物813として例えば放射線

25 環境下にある原子炉内構造物を照射する例を示している。メインレーザ装置813にはYAGレーザ以外にも炭酸ガスレーザやパルスレーザ等

の種々のレーザ装置が採用される。

光伝送手段 812 を構成する光伝送路 811 はレーザ導光筒や導光管等のシールド筒 818 で覆われ、このシールド筒 818 内をレーザ光が
5 気中伝送されるようになっている。この光伝送路 811 にはガイドレーザ装置 814 から出力されるガイドレーザ光がハーフミラーガイド手段 819 を介してダイクロイックミラー 815 の上流側光伝送路 811 に案内されるようになっている。ガイドレーザ装置 814 には円偏光のレーザ光を出力する He-Ne レーザが用いられる。He-Ne レーザ以外にもメインレーザ光と波長が異なるレーザ光であればよく、ガイドレーザ光は無偏光のレーザ光でもよい。
10

上記ダイクロイックミラー 815 は光合成用ミラー手段を構成しており、メインレーザ光の波長近傍のレーザ光に大きな反射率を持ち、その他の波長レーザ光の大部分は透過できるように設計されている。また、ハーフミラーガイド手段 819 のハーフミラーは、ガイドレーザ光に対し、50%程度の反射率を有し、その他の波長のレーザ光に対しては透過特性が高くなるように設計されている。
15

光伝送路 811 には複数枚、例えば 6 枚の自動ミラーと 1 枚の固定ミラーとが組み込まれている。第 9 図では、光伝送路 811 に 4 枚（第 1 ～第 4）の自動調整ミラー 821, 822, 823, 824 と、2 枚の
20 角度微調整ミラーとしての自動角度調整ミラー（自動調整ミラー）825, 826 と、1 枚の固定ミラー 827 をそれぞれ配置した例を示している。各自動調整ミラー 821, 822, 823, 824 は制御装置 829 により駆動されるミラー調整装置 830 によりミラー傾き角度が調節される一方、各自動角度調節ミラー 825, 826 も制御装置 829
25 により駆動されるミラー角度調整装置（ミラー調整装置）831 によりミラー傾き角度が調節される。

光伝送路811を構成する各自動角度調整ミラー825、826は、
第1および第2の自動調整ミラー821、822の上流側に対抗して設
置される一方、自動角度調整ミラー826や、第3および第4自動調整
ミラー823、824および固定ミラー827の近くの光伝送路811
5 上に第1乃至第4の画像処理用ターゲット833、834、835、8
36が配置される。

各ターゲット833、834、835、836はアルミニウム製の
プレート材で、表面がブラスト加工され、光伝送路811を横断するよ
うに配置される。各ターゲット833、834、835、836にはト
10 ーラス形状、ワッシャ形状、リング形状、四角形状等の種々の形状に形
成され、光を透過する、例えば中央部分に光透過孔が形成される。

また、光伝送路811には各画像処理用ターゲット833、834、
835、836の近傍を照射可能に照明装置としてのランプ838、8
39、840、841が設置される。各ランプ838、839、840、
15 841は、制御装置811からの制御指令に応じてランプ点滅制御手段
843により個別に点灯あるいは消灯されるようになっている。

さらに、光伝送路811の途中に設けられた第3自動調整ミラー82
4は、サンプリング分離ミラー手段824を構成している。分離ミラー
手段824はガイドレーザ光を光伝送路811から分離されるハーフミ
20 ラーあるいは波長分離ミラーで構成される。分離ミラー手段824は、
ガイドレーザ光の波長付近で略50%程度の透過率を有し、ガイドレー
ザ光以外のメインレーザ光等に対しては反射率の大きなミラーである。

分離ミラー手段824で分離された光路844上には偏光光学手段と
しての1/4波長板845と平行反射光学手段としてのレトロリフレク
25 タ846が設置される。1/4波長板845は分離光路844に案内さ
れるレーザ光の偏光を行っており、例えば1/4波長板845を通すこ

とにより円偏光のレーザ光を直線偏光に、直線偏光のレーザ光を円偏光に変換させている。

また、レトロリフレクタ846は、3枚のミラーを組み合わせて構成されたコーナキューブプリズムや中空コーナキューブ等の平行反射光学素子が用いられるが、キャッツアイ光学系に代表される平行反射光学素子を用いてもよい。

レトロリフレクタ846は、レーザ光が中心に入射すれば、反射ビームは入射ビームと全く同一の経路を通過して反射され、中心からずれて入射した場合は、中心に対して対称な位置から入射ビームと平行に反射されるようになっている。

また、レーザ照射ヘッド816近傍の光伝送路811上に配置された固定ミラー827も分離ミラー手段を構成している。この固定ミラー827はメインレーザ光に対する透過率が高く、ガイドレーザ光に対して反射率が高いミラーが用いられる。分離ミラー手段827で分離された光路848上に平行反射光学手段としてのレトロリフレクタ849が配置される。このレトロリフレクタ849は円偏光入射レーザ光の偏光回転方向を逆にして反射させるようになっており、レーザ光位置ずれ検出手段を構成している。

ところで、ガイドレーザ装置814からの出力ガイド光であるガイドレーザ光を案内するハーフミラーガイド手段819の近傍にレトロリフレクタ846、849からの反射ガイドレーザ光が案内される検出用ガイド光路851が光伝送路811の光源側光軸の延長線として形成され、この検出用ガイド光路851に電子光学撮像手段としてカメラシステムを構成するCCDカメラ852が設置される。CCDカメラ852には、メインレーザ光とガイドレーザ光の波長以外の光を透過させるノッチフィルタ853と、焦点距離および焦点位置を電動調整可能なレンズ85

4とを備えており、撮影できる光軸方向がメインレーザ光と同軸になるように光軸調整されて設置される。CCDカメラ852で検出された画像情報は画像処理装置855に入力されて画像処理される。

5 画像処理装置855には、予め基準となる画像が登録されており、この登録画像とCCDカメラ852で観測されたカメラ画像がパターンマッチング処理により比較され、画像上でのターゲットの位置ずれ情報が制御装置829に出力される。画像処理装置855にはパターンマッチング装置が備えられている。制御装置829は位置ずれ情報を入力して、位置ずれを解消させ、あるいは最小にする方向にミラー調整装置830
10 を駆動させるようになっている。

また、検出用ガイド光路851の途中にダイクロイックサンプリングミラー857が設置され、このダイクロイックサンプリングミラー857によりサンプリング光路858が分岐されている。サンプリング光路858は光伝送路811の光源側光軸の延長線として形成され、このサンプリング光路858には、光伝送装置に設置されたレトロリフレクタ846、849等の平行反射光学手段で反射されたガイドレーザ光が案内される。
15

反射ガイドレーザ光が案内されるサンプリング光路858には、偏光光学手段である1/4波長板860と、反射ガイドレーザ光だけを通す干渉フィルタ861と、干渉フィルタ861を通過した反射ガイドレーザ光を分割させる光分離手段としての偏光ビームスプリッタ862とを備える。偏光ビームスプリッタ862で分割された各反射ガイドレーザ光は各光位置検出装置863、864に入力され、光位置検出装置863、864でガイドレーザ光の入射位置を検出して光軸ずれ量を演算処理により、算出している。
20
25

光位置検出装置863、864としては、4象限検出器やポインティ

ング検出器、C C D素子がある。4象限検出器は4象限に分けられた光電面における反射ガイドレーザ光の入射パワーの平衡状態をビーム入射位置として変換し、光伝送路811の位置ずれ量を検出するものである。光位置検出装置863、864で検出されたガイドレーザ光の位置ずれ量は信号処理装置865で電気信号に変換されて制御装置829に入力され、この制御装置829で位置ずれ量が解消する方向あるいは位置ずれ量が最小となるようにミラー調整装置30あるいはミラー角度調整装置31を作動制御するようになっている。

ミラー調整装置830で作動制御される自動調整ミラー821～824は、ステッピングモータ駆動の2軸傾斜ステージにミラーが設置された自動ミラーであり、上記自動調整ミラー821～824は、制御装置829からの制御指令に応じてミラー調整装置830がステッピングモータドライバ（図示せず）を駆動させ、ミラー角度の調整ができるようになっている。ステッピングモータ駆動の自動調整ミラー821～824は動作速度は遅いが、広い駆動範囲を持つ特徴がある。ステッピングモータの代りにサーボモータ等の駆動機構を用いてもよい。

また、ミラー角度調整装置831で作動制御される自動角度調整ミラー（自動調整ミラー）825、826は、自動微調整ミラーであり、この自動角度調整ミラー825、826は、電気歪素子（P Z T）駆動の2軸傾斜ステージにミラーが設置されたP Z T自動ミラーであり、制御装置829からの制御指令に応じてミラー角度調整装置831によりミラー角度調整が微調整できるようになっている。

自動角度調整ミラー825、826として電気歪素子駆動ミラーを用いると、ミラーの動作範囲は狭いが、高速かつ高精度にミラー角度調整を行うことができる。電気歪素子駆動ミラーに代えてガルバノメータ駆動式ミラーを自動角度調整ミラーとして採用しても、同様な機能を奏す

る。

自動角度調整ミラー 8 2 5, 8 2 6 は、メインレーザ光（例えば Y A
G レーザ光）、ガイドレーザ光（例えば H e - N e レーザ光）および C
C D カメラ 8 5 2 で観測される波長領域の光に対して高い反射率を有す
5 るミラーとされる。自動角度調整ミラー 8 2 5 と第 1 自動調整ミラー 8
2 1 との間の距離や、自動角度調整ミラー 8 2 6 と第 2 自動調整ミラー
8 2 2 との間の距離は、光伝送路 8 1 1 の伝送距離に対して十分に近い
接近状態の關係に保たれる。

次に、本発明に係る光伝送装置の第 1 実施形態の作用を説明する。

10 この光伝送装置 8 1 0 を用いて対象物のレーザ加工、検査、予防保全
あるいは補修を行なう前に、光伝送装置 8 1 0 の光伝送路 8 1 1 のア
ライメント調整が行なわれる。アライメント調整は、大まかな光伝送路 8
1 1 の確保を目的とする粗調整作業と、この粗調整作業の後に 2 箇所の
15 平行反射光学手段 8 4 6, 8 4 9 を利用した微調整および光伝送路 8 1
1 の振動等による位置ずれを補償する振動補正作業とに分けて行なわれ
る。この意味で、光伝送装置 8 1 0 には、光伝送路 8 1 1 を大まかに粗
調整する光路粗調整手段と光伝送路 8 1 1 を微調整する光路微調整手段
とが設けられ、いずれの調整手段も遠隔操作により、自動で行なうこと
20 ができるようになっている。光路微調整手段は自動調整ミラー 8 2 5,
8 2 6 を高速でフィードバック制御する制御手段であり、外部振動によ
る振動補正作業をも行ない得るようになっている。

[光伝送路の粗調整作業]

C C D カメラ 8 5 2 は、光伝送路 8 1 1 を案内されるレーザ光の光軸
と一致しているので、C C D カメラ 8 5 2 で撮影した画像の中心にレー
25 ザ光の光軸がある。このため、C C D カメラ 8 5 2 の焦点位置および焦
点距離を変えて撮影すれば、光伝送路 8 1 1 の任意位置におけるレーザ

光の透過位置を確認することができる。光伝送路811の粗調整は、自動調整ミラー821～824を順次調整することにより行なわれる。

[自動調整ミラーの調整作業]

初めに第1自動調整ミラー821の調整手順を説明する。

- 5 光伝送路811はシールド筒818で覆われ、外部に光が漏れないようになっており、照明無しでは、画像処理用ターゲット833を観測することができない。このため、制御装置829によりランプ点滅制御手段843を作動させ、第1自動調整ミラー821の下流側に位置するランプ838を点灯させ、画像処理用ターゲット833だけを照明させる。
- 10 ターゲット833の照明により、ターゲット833をCCDカメラ852で選択的に観測することができ、第1自動調整ミラー21のミラー画像を観測することができる。

- ランプ838の照明と同時に、信号処理装置からの指令により、CCDカメラ852のズーム位置、焦点位置を画像処理用ターゲット833
- 15 の形状、ひいては第1自動調整ミラー821のミラー画像が十分把握できるように予め設定した位置に調整する。

- CCDカメラ852のズーム位置、焦点位置を設定することにより、CCDカメラ852で自動調整ミラー825と821を介してターゲット833を観測できる。その際、自動調整ミラー821の設置角度がず
- 20 れていれば、撮影した画像上のターゲット833の位置が撮影画面の中心からずれて見えることになる。

- 画像処理装置855は、このターゲット833が中心に見える時の基準画像を予め登録しており、この登録画像を観測されるカメラ画像とパターンマッチング処理により比較する。パターンマッチング処理により
- 25 画像上でのターゲットの位置がどれだけ中心からずれているかが計算され、その計算結果（画像ずれ量）が画像処理装置855から制御装置8

29に出力される。制御装置829は画像ずれ情報に基づいてミラー調整装置830を駆動させて自動調整ミラー821を画像ずれ量が解消あるいは最小になるようにミラー角度調整される。このミラー角度調整により、ターゲット833がCCDカメラ852で撮影している画像上の
5 中心位置にくるように調整される。

自動調整ミラー821のミラー角度調整により、CCDカメラ852で撮影した画像上でターゲット833が画像中心に見えるようになるが、このことはターゲット833の中心位置にレーザビームが通過していることを意味する。CCDカメラ852の撮影画像の中心にターゲット8
10 33に位置させることにより、自動調整ミラー821の粗調整が完了する。

自動調整ミラー821の粗調整完了後に次の自動調整ミラー822の粗調整作業が行なわれる。この粗調整は基本的には自動調整ミラー821の調整作業に準ずる。

15 すなわち、自動調整ミラー821の粗調整後に制御装置829の指令によりランプ点滅手段843を作動させてランプ838を消灯し、次のランプ839のみ点灯させる。

ランプ839の点灯と同時に、信号処理装置からの命令により、CCDカメラ852のズーム位置、焦点位置をターゲット834の形状が十分把握できるように予め設定した位置に調整する。
20

CCDカメラ852のズーム位置、焦点位置を調整後、自動調整ミラー8285、821、826、822を介して画像処理用ターゲット834を観測でき、自動調整ミラー822のミラー画像を観察することができる。自動調整ミラー822の設置角度がずれていれば、CCDカメラ852で撮影した画像上のターゲット834の位置が撮影画面の中心からずれて見えることになる。
25

画像処理装置 8 5 5 は、このターゲット 8 3 4 が中心に見える時の基準画像を予め登録しており、この登録画像を、観測されるカメラ画像（ミラー画像）とパターンマッチング処理により比較する。パターンマッチング処理により画像上でのターゲット 8 3 4 の位置がどれだけ中心から外れているかを計算した結果（画像ずれ量、角度ずれ量）が画像処理装置 8 5 5 から制御装置 8 2 9 に出力される。

制御装置 8 2 9 は画像ずれ情報に基づいてターゲット 8 3 4 が C C D カメラ 8 5 2 で撮影している画像上の中心に位置するようにミラー調整装置 8 3 0 を駆動させて自動調整ミラー 8 2 2 を角度調整する。

10 自動調整ミラー 8 2 2 のミラー角度調整により、C C D カメラ 8 5 2 で撮影した画像上でターゲット 8 3 4 が画像中心に見えるようになる。このことはターゲット 8 3 4 の中心位置にレーザビームが通過していることを意味する。C C D カメラ 8 5 2 の撮影画像の中心にターゲット 8 3 4 を位置させることにより、自動調整ミラー 8 2 2 の粗調整が完了したことになる。

自動調整ミラー 8 2 2 の粗調整完了後に、引き続き、ランプ 8 4 0、ターゲット 8 3 5、自動調整ミラー 8 2 3 の組合せで同様の粗調整動作を行ない、自動調整ミラー 8 2 3 の粗調整作業を行なう。自動調整ミラー 8 2 3 の粗調整が完了したら、続いてランプ 8 4 1、ターゲット 3 6、
20 自動調整ミラー 8 2 4 の組合せで同様の粗調整動作を行ない、自動調整ミラー 8 2 4 の粗調整を行なう。

各自動調整ミラー 8 2 1, 8 2 2, 8 2 3, 8 2 4 を順次調整することにより、光伝送路 8 1 1 の各点（折曲点）に作業員が近付く必要が無く、光伝送路 8 1 1 の粗調整を自動で行なうことができる。この粗調整
25 により光伝送路 8 1 1 内を目標点までメインレーザ光を伝送することができる。

[光伝送路の微調整作業]

次に、光伝送路 8 1 1 の微調整作業と光伝送路の振動補正の機能について説明する。

- 粗調整作業により光伝送路 8 1 1 の大まかな光路調整が終了した後、
- 5 光伝送路 8 1 1 の微調整作業と振動補正の機能を動作させる。

まず、第 9 図のガイドレーザ装置 8 1 4 に、例えば H e - N e レーザを用いて、出射されるガイド光としてのガイドレーザ光が右回り円偏光ビームであるように予め調整される。

- この円偏光のガイドレーザ光はサンプリング分離ミラー手段としての
- 10 自動調整ミラー 8 2 4 の位置で反射ビームと透過ビームの 2 本のレーザビームに分岐される。自動調整ミラー 8 2 4 を透過したガイドレーザ光は $1/4$ 波長板 8 4 5 を透過するとこの偏光特性軸によって規定される偏光方向が変換されて直線偏光のレーザビームとなる。

- この直線偏光のレーザビームは続いてレトロリフレクタ 8 4 6 で反射
- 15 され、再度 $1/4$ 波長板 8 4 5 に戻る。レトロリフレクタ 8 4 6 は入射レーザビームがどのような角度に入っても入射ビームと平行に反射する光特性を持っている。

- すなわち、レトロリフレクタ 8 4 6 の中心に入射すれば反射レーザビームは入射レーザビームと全く同一の経路を通過して反射される。中心からずれて入射した場合には、中心に対して対称な位置にずれた位置から
- 20 入射レーザビームと平行に反射される。

- 本実施形態ではレトロリフレクタ 8 4 6 は 3 枚のミラーを組み合わせた中空コーナキャップの平行反射光学素子で構成されており、レトロリフレクタ 8 4 6 からの反射レーザビームの偏光は入射レーザビームと同じ
- 25 偏光の方向を持つ直線偏光として反射される。

レトロリフレクタ 8 4 6 で反射した直線偏光のレーザビームは $1/4$

波長板 845 に反対方向から再入射するので、入射したときと同じ回転方向を持つ円偏光の反射レーザビームになって戻される。この戻りレーザビームは入射した光伝送路 811 を逆にたどり、ガイドレーザ装置 814 の光源側に戻る。

- 5 ガイドレーザ装置 814 の光源側ではダイクロイックサンプリングミラー 857 で反射ガイドビームのみサンプリング光路 858 に反射してサンプリングされる。サンプリング光路 858 に案内された反射ガイドレーザビームは、1/4 波長板 860 で直線偏光のレーザビームに変換される。ここで、1/4 波長板 860 と偏光ビームスプリッタ 862 の
- 10 位置関係は、入射レーザビームが円偏光である時に、円偏光の回転方向、すなわち、右回り円偏光か左回り円偏光かに応じて位置検出装置 863 または 864 に振り分けられるように調整される。

- また、サンプリング光路 858 の途中に干渉フィルタ 861 が設置されているため、ガイドレーザ光の波長以外の光は、位置検出装置 863,
- 15 864 に到達できないようになっている。

ところで、レトロリフレクタ 46 からの反射レーザビームはダイクロイック反射ミラー 857 によって反射された時点で、進行方向に対し右回り円偏光になっている。

- この結果、レトロリフレクタ 846 からのガイドレーザ光の反射ビームのみが一方の位置検出装置 863 に入射されることになる。
- 20

光位置検出装置 863 に入射したレーザビームは、その入射位置が信号処理装置 865 により電気信号に変換され、制御情報として制御装置 829 に取り込まれる。

- 他方、自動調整ミラー 824 で反射されたガイドレーザ光は固定ミラー 827 の方向に進み、この固定ミラー 827 で、ガイドレーザ光の He-Ne レーザ光のみがレトロリフレクタ 49 方向に反射され、残りの
- 25

レーザ光は透過してレーザ照射施工ヘッド816に案内される。

レトロリフレクタ849はレトロリフレクタ846と同様、3枚の平面鏡を組み合わせたものなので、円偏光で入射した光は偏光の回転方向が逆になって反射される。このレトロリフレクタ849で反射されたガイドレーザ光は、入射ビームの場合と反対方向に戻り、光伝送路811を
5 通ってダイクロイックミラー857に到達する。

この時点で、レトロリフレクタ849から戻ってきた反射ガイドレーザ光の円偏光の方向は他のレトロリフレクタ846から戻ってきた反射ガイドレーザ光の円偏光の方向と反対になる。

10 このため、レトロリフレクタ849からの反射ガイドレーザ光は光位置検出装置864側に入射し、レトロリフレクタ849の位置でのガイドレーザビームの位置ずれ情報が、信号処理装置865を介して制御装置829に与えることができる。

15 光伝送路811の微調整作業においては、レトロリフレクタ846と、レトロリフレクタ849とのそれぞれの位置での位置ずれ情報を反射ガイドビームの検出により分離して制御装置829が認識することが可能になる。

これらの2箇所での光（ビーム）位置ずれ情報を元に、反射レーザビームの位置ずれがなくなり、あるいは最小になるように、制御装置82
20 9はミラー角度調整装置831を駆動させて自動角度調整ミラー825および826を角度調整するフィードバック制御を行なう。

光伝送路811の微調整に使用する位置検出装置863、864、信号処理装置865、制御装置829、自動角度調整ミラー825、826はいずれも応答特性が早いものが使用され、これらのフィードバック
25 ループの速さに応じて、各自動角度調整ミラー825、826の振動等によるビームの位置ずれを補正することが可能になっている。また、レ

トロリフレクタ 846, 849 や位置検出装置 863, 864 の精度、自動角度調整ミラー 825, 826 の制御精度に応じて、レーザビームの伝送位置が制御可能になる。

5 本実施形態の光伝送装置 810 においては、自動調整ミラーを使った長距離伝送時に発生する空気や機械的振動によるレーザ光の揺らぎを補正することができるので、長時間安定的に対象物 817 の照射点にレーザビームを伝送することができる。

10 本実施形態の光伝送装置 810 においては、レーザ光の光伝送路 811 の光軸と観測する CCD カメラ 852 の測定軸を同一にして共通軸としているので、レーザ光の光伝送路 811 を入口側から出口側まで直線的に観測することができ、出口側の位置ずれから光軸の角度ずれを計算して、ずれ量だけ自動調整ミラー 821 ~ 824 を使って光軸を粗調整することができる。このため、CCD カメラ 852 等の電子撮像機器を光伝送路 811 途中に設置する必要がなく、放射線の強い環境下においても、遠隔で光伝送路 811 の光軸調整を自動的かつ安定的に行なうことが可能となる。

20 また、光伝送路 811 中の自動調整ミラー所在点毎に CCD カメラを設置することなく、1 台の CCD カメラ 852 で遠隔調整することが可能になる。CCD カメラ 852 に入力された画像情報は画像処理装置 855 に入力され、画像ずれ情報が得られるために、CCD カメラ 852 で撮影した画像を元に自動調整ミラー 821 ~ 824 の角度ずれ量を自動的に測定して、自動的に自動調整ミラー 821 ~ 824 を調整することが可能になる。

25 さらに、この光伝送装置 810 は、光伝送に使用するミラー 826, 823, 824, 827 の近傍に画像処理用ターゲット 833 ~ 836 を設置して、ターゲット 833 ~ 836 の位置ずれから光軸の角度ずれ

を計算するようにしたので、位置ずれが生じたターゲット 833～836 の直前のミラー 826, 823, 824, 827 だけを使って、光軸を調整することができる。すなわち、光伝送路 811 中の自動調整ミラー 821～824 を遠隔調整する際に、調整して伝送すべき位置を明確にできるとともに、画像処理において処理内容の簡便化を図ることができる。

また、画像処理用ターゲット 833～836 の形によって、現在調整対象としている光伝送路 811 の光軸上のミラーとターゲットの位置を明確に判断して、調整すべき位置の判断を簡便にし、さらに、自動調整ミラー 821～824 のずれ量を正確に測定することが可能になる。

本実施形態に係る光伝送装置 810 は、伝送に使用するミラー 826, 823, 824, 827 の近傍に照明装置としてのランプ 838～841 を設置して、CCD カメラ 852 で観測している各ターゲット 833～836 の照明だけを点灯すれば、何番目のターゲットのずれを補正しているかがわかるし、より鮮明なカメラ画像で位置ずれを計算することができる。すなわち、現在調整の対象としている自動調整ミラー 821～824 の下流側位置のターゲット 833～836 の位置を別のミラーやターゲットの画像と明確に分離することができるため調整すべきミラー画像の位置判断を簡便にし、さらに、ミラーのずれ量を正確に測定することが可能になる。

また、この光伝送装置 810 においては、制御装置 829 で駆動されるミラー調整装置 830 をステッピングモータ駆動方式またはサーボモータ駆動方式の自動ミラー装置としており、画像処理情報を元に自動調整ミラー 821～824 を駆動する際に、駆動すべき量に応じて正確に自動調整ミラー 821～824 を駆動することができるため、同じ自動調整ミラー 821～824 に対して何度も繰り返して調整することなく、

一度にミラー角度調整できるため、より早い光軸調整が可能になる。

- さらに、この光伝送装置 8 1 0 には、C C D カメラ 8 5 2 の画像処理装置 8 5 5 にパターンマッチング機能を加えたので、予め記録しておいた光伝送路 8 1 1 の登録画像と観測された画像を比較することができ、
- 5 レーザ光の照射点が C C D カメラ 8 5 2 で観測することができない場合でも、光軸の角度ずれを計算することができ、光軸を調整することができる。すなわち、画像処理装置 8 5 5 にパターンマッチング処理装置を備えることにより、現在調整の対象としている自動調整 8 2 1 ~ 8 2 4 に対応するターゲット 8 3 3 ~ 8 3 6 の形状と位置ずれを、一度調整さ
- 10 れているときに登録したパターンに基づき簡便に評価することが可能になる。このため、光伝送路 8 1 1 の光軸調整の速度、および精度を向上させることができ、さらに、画像処理装置 8 5 5 の誤った画像認識結果によって、光伝送装置 8 1 0 が誤動作する頻度を少なくすることが可能になる。
- 15 さらに、本実施形態の光伝送装置 8 1 0 は、1 枚以上のミラーを組み合わせて光を光伝送路 8 1 1 を構成する光伝送手段 8 1 2 を備え、光伝送路 8 1 1 を構成する一部のミラーまたは全部のミラーにミラーの傾き角度を遠隔制御できるミラー調整装置 8 3 0, 8 3 1 を備えたものである。光伝送装置 8 1 0 は光伝送路 8 1 1 上の一部のミラーを分離ミラー手段
- 20 8 2 4, 8 2 7 としての半透過ミラーまたは波長分離ミラーとし、各分離ミラー手段 8 2 4 で分けられたガイドレーザ光の反射光が到達する位置に光位置検出装置 8 6 3, 8 6 4 を設置し、この光位置検出装置 8 6 3, 8 6 4 から出力される位置情報を演算処理してミラー角度調整装置 8 3 1 としての自動ミラー装置を駆動する制御装置 8 2 9 を備えている
- 25 ため、C C D カメラ 8 5 2 を利用したミラーの位置ずれ測定法より精度を高くすることができる。また、位置測定の手数も C C D カメラ 8 5 2

による場合よりも格段に早くできるため、機器の振動によって光軸がぶれてしまうような場合においても、これによる光軸ずれをキャンセルする方向に自動角度調整ミラー825、826を高速駆動して、外部振動の影響をなくすることが可能になる。

- 5 この光伝送装置810はメインレーザ光を出力するメインレーザ装置813と別にガイドレーザ装置814を備えているため、伝送すべきレーザ光であるメインレーザ光が、低繰返しパルスレーザのような変動要素を持つ場合においても、光軸調整用の別個のガイドレーザ装置814から出射されるガイドレーザビームを基準にして光路調整を行なうことができるため、安定した光伝送が可能になる。

- 10 また、光伝送装置810は、光伝送路811上の一部の自動調整ミラー824や固定ミラー827を半透過ミラーまたは波長分離ミラー等の分離ミラー手段で構成し、この分離ミラー手段824、827で分けられたガイドレーザ光が到達する位置に設置されたコーナキューブプリズムや中空コーナキューブやキャッツアイ光学素子に代表される平行反射光学素子846、849と、ガイドレーザ装置814側に設置されたハーフミラー手段819と、ハーフミラー手段819に続いて設置された光位置検出装置863、864と、光位置検出装置863、864から出力される位置情報を演算処理して自動ミラー装置831を駆動する制御装置829を備えているため、光伝送路811中に光位置検出装置863、864のような電子光学部品を設置することなく光の位置ずれ量を測定することが可能になる。このため、煩雑な配線が不要になり、放射線の強い環境などにおいても適用することが可能になり、ノズルの発生を防止してS/N比を高くすることができる。

- 25 さらに、本実施形態の光伝送装置810は、伝送すべきレーザ光を出力するメインレーザ装置813とは別個に無偏光または円偏光で発振す

るガイドレーザ装置 814 を備え、光伝送路 811 中の 2 箇所の部分において、光伝送路 811 上の一部のミラーを半透過ミラーまたは波長分離ミラーなどの分離ミラー手段 824, 827 を設置する。分離ミラー手段 824 によって分けられたガイドレーザ光が到達する位置に設置された偏光光学素子 845 とコーナキューブプリズムや中空コーナギャップやキャッツアイ光学素子に代表される平行反射光学素子 846 を設置する一方、ガイドレーザ装置 814 側に設置されたハーフミラー手段 819, 857 と、ハーフミラー手段 819, 857 に続いて設置された偏光光学素子 860 と 2 台の光位置検出装置 6, 864 とこれらの光位置検出装置 863, 864 から出力される位置情報を演算処理してミラー角度調整手段としての自動ミラー装置 831 を駆動する制御装置 829 を備えている。このため、光の偏光特性を利用して、1 種類のガイドレーザ装置 814 でガイドレーザビームの位置ずれを測定する場所を 2 箇所設けることが可能になる。

また、ミラー角度調整手段としての自動ミラー装置 831 に応答特性の早い電気歪素子駆動の自動ミラー装置またはガルバノメータ駆動の自動ミラー装置を用い、光位置検出装置 863, 864 に PSD (Position Sensitive Detectors) 素子または分割型フォトダイオード素子を用いた光位置検出素子を用いているため、光伝送装置 810 が外部からのより高い周波数成分を持つ振動の影響を受ける場合にも、振動による光軸ずれの影響をなくすことが可能になる。この光伝送装置 810 は、光伝送路 811 の大まかな光路粗調整から、光路微調整および振動の影響を除去することまで一貫して自動化することが可能になる。

また、メインレーザ装置 813 を対象物 817 の材料加工または検査を行う場所から離れた場所に設置した場合においても安定したレーザ加工や検査が可能になる。さらに、光伝送装置 810 は、対象物 817 が

原子炉内構造物であり、対象物817の補修を行なう際に、大出力のレーザ光を安定して光伝送路811に伝送させることができ、確実な施工ができるとともに、さらに、同じ光伝送路811を用いて、伝送位置をCCDカメラ852で遠隔撮影することが可能になる。

- 5 第10図は、本発明に係る光伝送装置の第2実施形態を示す基本的な構成図である。

第2実施形態に示された光伝送装置870は、レーザ光の発振波長を異にする複数のガイドレーザ装置871、872を備えた点が、第1実施形態に示された光伝送装置870と基本的に相違する一方、複数のガイドレーザ装置871、872を備えることにより、偏光光学手段が不用となり、サンプリング検出路873の構成を異にする。他の構成は、第1実施形態に示された光伝送装置810と実質的に異ならないので、同一符号を付して簡単に説明する。

- 15 第10図には、ガイドレーザ装置871、872を2つ備えた例を示し、第1のガイドレーザ装置871にHe-Neレーザ光を発振させるHe-Neレーザ装置を、他方の第2ガイドレーザ装置872にHe-Neレーザ光と発振波長を異にするHe-Cdレーザ装置を備えた例を示す。

- 20 第1ガイドレーザ装置871から出力される赤色のガイドレーザ光(He-Neレーザ光)は、第2ガイドレーザ装置872から出力される紫色のガイドレーザ光(He-Cdレーザ光)と光合成手段であるダイクロイックミラー874で合成され、ハーフミラーガイド手段819であるハーフミラーから光合成手段のダイクロイックミラー815を経て光伝送路811に入力されるようになっている。

- 25 一方、光源としてのメインレーザ装置813は例えば炭酸ガスレーザ装置であり、このメインレーザ装置813から出力されるメインレーザ

光（炭酸ガスレーザ光）は、光合成手段であるダイクロイックミラー 8 1 5 を経て光伝送路 8 1 1 に案内され、ミラーを組み合せた光伝送路 8 1 1 内を気中伝送されてレーザ照射ヘッド（レーザ照射施工ヘッド） 8 1 6 に導かれ、このレーザ照射ヘッド 8 1 6 から対象物 8 1 7 である原子炉内構造物等のレーザ照射部に照射され、対象物 8 1 7 の加工、検査、予防保全あるいは補修を行なうようになっている。メインレーザ装置 8 1 3 は炭酸ガスレーザ以外にも、対象物 8 1 7 の加工、検査、予防保全あるいは補修等の用途に応じて Y A G レーザやパルスレーザ、あるいは他のレーザが選択される。

10 光伝送路 8 1 1 に案内されるメインレーザ光と共通軸を有するように合成用ダイクロイックミラー 8 1 5 で 2 つのガイドレーザ光が導かれる。ダイクロイックミラー 8 1 5 はメインレーザ光である炭酸ガスレーザ光の波長近傍の光のみ大きな反射率を持ち、その他の波長の光の大部分は透過できるように設計されている。

15 また、第 1 および第 2 ガイドレーザ装置 8 7 1, 8 7 2 からガイド光としてのガイドレーザ光を光伝送路 8 1 1 側に案内するハーフミラー手段 8 1 9 のハーフミラーは、ガイドレーザ光である H e - C d レーザ光および H e - N e レーザ光の波長において反射率 5 0 % 程度の部分反射特性を持ち、その他の波長において透過特性を高くできるように設計されている。

20 第 1 および第 2 ガイドレーザ装置 8 7 1, 8 7 2 から出力されたガイドレーザ光は、光合成手段であるダイクロイックミラー 8 7 3, 8 1 5 およびハーフミラー光学手段 8 1 9 により光伝送路 8 1 1 内に導かれ、光伝送路 8 1 1 内を走査される。光伝送路 8 1 1 内を走査されるガイド
25 レーザ光は、分離ミラー手段を兼ねる自動調整ミラー 8 2 4 で例えば第 1 ガイドレーザ光（H e - N e レーザ光）が分離光路 8 4 4 に導かれ、

同じく分離ミラー手段である固定ミラー827で例えば第2ガイドレーザ光（He-Gdレーザ光）が分離光路848に導かれる。

5 分離ミラー手段を構成する自動調整ミラー824は、例えば第1ガイドレーザ光（He-Neレーザ光）に対して波長透過率が高い透過反射特性を有し、その他の波長の光やメインレーザ光、第2ガイドレーザ光に対して高い反射率を持つミラーである。また、他の分離ミラー手段である固定ミラー827は、第2ガイドレーザ光の波長反射率が高く、その他の波長の光やメインレーザ光に対して高い透過率を持つミラーである。

10 各分離光路844、848に導かれたガイドレーザ光は、平行反射光学手段としてのレトロリフレクタ846、849で平行に反射され、元の光伝送路811に戻される。レトロリフレクタ846、849は、プリズム型平行反射素子が用いられるが、レトロリフレクタ846、849の代りにキャッツアイ光学系などの平行反射光学素子を用いてもよい。

15 光伝送路811内に戻されるガイドレーザ光は、ダイクロイックミラー815およびハーフミラー手段819を透過してダイクロイックサンプリングミラー857に導かれ、このダイクロイックサンプリングミラー857によりサンプリング検出路873側に案内される。

20 サンプリング検出路873には第1および第2ガイドレーザ光を透過させ、第1および第2ガイドレーザ光以外の波長の光をカットする干渉フィルタ876および透過したガイドレーザ光を2分割させる光分離手段としてのダイクロイックミラー877が設けられる。ダイクロイックミラー877は透過したガイドレーザ光を第1ガイドレーザ光（He-Neレーザ光）と第2ガイドレーザ光（He-Geレーザ光）に波長分離させている。例えば第1ガイドレーザ光を透過させ、第2ガイドレーザ光を反射させるようになっている。

25

波長分離された第1ガイドレーザ光は干渉フィルタ878を経て光位置検出装置879に導かれ、この光位置検出装置879で第1ガイドレーザ光の光位置ずれ量を検出し、信号処理装置865に送られるようになっている。干渉フィルタ878は第1ガイドレーザ光の波長付近の光のみを透過させ、それ以外の光をカットするようになっている。

また、光分離手段のダイクロイックミラー877で波長分離された第2ガイドレーザ光は、第2ガイドレーザ光だけを通す干渉フィルタ880を経て光位置検出装置81に導かれ、この光位置検出装置81で第2ガイドレーザ光の光位置ずれ量を検出し、その検出信号を信号処理装置865に送られるようになっている。

信号処理装置865では、両ガイドレーザ光の光位置（光軸）ずれ量の検出信号を信号処理し、電気信号に変換して制御装置829に入力され、この制御装置829によりミラー調整手段830およびミラー角度調整（微調整）手段831の駆動を制御し、自動調整ミラー821、822、823、824および自動角度調整（微調整）ミラー825、826の作動制御を行ない、光軸ずれ量を解消したり、最小にするように調整している。

また、ダイクロイックサンプリングミラー857でサンプリング検出路873側に反射せず、透過した反射ガイドレーザ光は、電子光学撮像手段としてのCCDカメラ852に案内される。CCDカメラ852はメインレーザ光（炭酸ガスレーザ光）とガイドレーザ光の波長以外の光を透過できるノッチフィルタ852と、焦点距離および位置を電動で調整できるレンズ853とを備えたカメラシステムであり、撮影できる光軸方向がメインレーザ光と同軸となるように調整して設置される。

CCDカメラ852からの画像出力は画像処理装置855に取り込まれて画像処理される。画像処理装置855にはターゲットの中心位置画

像が予め登録されており、この登録画像とCCDカメラ852で観測された画像がパターンマッチング処理により比較され、基準となる登録画像からの観測画像のずれ量が検出される。検出された画像ずれ量が制御装置29に入力され、演算処理される。制御装置829ではミラー調整装置830を駆動制御して画像ずれ量が解消あるいは最小となるように自動調整ミラー821、822、823、824の角度調整を行なっている。

一方、光伝送路811は、光の反射角度調整を遠隔で行なうことができる例えば6枚の自動ミラーと固定ミラーを組み合わせで構成される。自動ミラーは例えば4枚の自動調整ミラー821、822、823、824と自動角度調整（微調整）ミラー825、826から構成される。

このうち、自動調整ミラー821、822、823、824は、ステッピングモータ駆動の2軸傾斜ステージにミラーを設置した自動ミラーであり、制御装置829からの制御命令に応じてミラー調整装置830を構成するステッピングモータドライバによりミラー角度調整ができるようになっている。ステッピングモータ駆動の自動ミラーは動作速度は遅いが、広い駆動範囲を持つことができる。

また、ステッピングモータの代わりに、サーボモータ等の駆動機構を有するようにしてもよい。

また、自動角度調整ミラー825および826は、電気歪素子（PZT）駆動の2軸傾斜ステージにミラーを設置したPZT自動ミラーであり、各自動角度調整ミラー825、826は、制御装置829からの制御命令に応じてミラー角度調整装置831が作動制御され、ミラー角度調整ができるようにしてある。電気歪素子（PZT）駆動ミラーは一般に動作範囲は狭いが精度は非常に高い微調整ミラーである。

また、PZT自動ミラーに代えてガルバノメータ駆動式のミラー等を

自動角度調整ミラー８２５，８２６に採用してもよい。自動角度調整ミラー８２５，８２６はガイドレーザ光の波長、メインレーザ光の波長およびＣＣＤカメラ８５２で観測する波長領域において高い反射率を持つミラーとしている。

- 5 なお、自動調整ミラー８２５および８２１の間の距離、および自動調整ミラー８２６と８２２の間の距離は光伝送路８１１の全体の伝送距離に対して十分近い位置にある。

10 また、自動ミラー８２６，８２３，８２４およびレーザ照射ヘッド８１６の直前に、それぞれターゲット８３３～８３６を設置している。各ターゲット８３３～８３６は表面をブラスト加工したアルミニウム製の板材であり、光の通過部分に穴を空けたドーナツ形状、四角形状あるいはその他の形状のものがそれぞれ使用される。

15 各ターゲット８３３～８３６の近傍には、ターゲットの近傍のみをそれぞれ明るく照らすことができる位置に照明装置としてのランプ８３８～８４１が設置される。これらのランプ８３８～８４１は、制御装置８２９からの制御命令に応じて、ランプ点滅制御手段８４３により個別に点灯または消灯を行なうことができるようになっている。

次に本発明に係る光伝送装置の第２実施形態の作用を説明する。

20 第１０図に示された光伝送装置８７０はメインレーザ装置８１３から出力されるメインレーザ光がダイクロイックミラー８１５により光伝送手段８１２に案内され、光伝送手段８１２の光伝送路８１１を通してレーザ照射ヘッド８１６に導かれ、このレーザ照射ヘッド８１６から対象物８１７である例えば原子炉内構造物に照射される。このレーザ光照射により、対象物８１７の加工、検査、予防保全あるいは補修作業が行な
25 われる。

メインレーザ装置８１３からのメインレーザ光を光伝送手段８１２内

気中伝送させ、レーザ照射ヘッド816から対象物に照射させる前に、
光伝送手段812を構成する光伝送路811の光路調整が行なわれる。
光伝送路811の光路調整は、各ターゲット833～836および照明
装置を利用した粗調整作業と、ガイドレーザ装置871、872および
5 平行反射光学手段を利用した微調整作業とに分けられる。

[光伝送路の粗調整作業]

光伝送路811の粗調整作業は、電子光学撮像手段であるCCDカメラ
852を光伝送路811のレーザ光の光軸と一致するように設置し、
CCDカメラ852の撮影画像の中心にレーザ光の光軸が位置するよう
10 にセットされる。CCDカメラ852は焦点の位置および距離を自動調
整できるようになっており、CCDカメラ852の焦点の位置および距
離を変えて撮影すれば光伝送路811の任意の位置でのレーザ光が通過
位置を認識することができる。

まず、自動調整ミラー821のミラー角度調整手順について説明する。
15 光伝送路811は通常シールド筒818の覆いで覆われており、外部
に光が漏れない気中伝送の光伝送手段812を構成している。このため、
照明無しではターゲット833を観測できないので、最初に、制御装置
829の命令によりランプ点滅制御手段843によりランプ838のみ
点灯させる。ランプ838の点灯によりターゲット833のみが照明さ
20 れるので、ターゲット833のみを選択的にCCDカメラ852で観測
できる。

ターゲット833の照明とともに、信号処理装置からの命令により、
CCDカメラ852のズーム位置、焦点位置を位置調整し、ターゲット
833の形状が十分把握できるようにあらかじめ設定する。

25 CCDカメラ852のズーム位置、焦点位置の位置調整により、自動
調整ミラー825と821を介して画像処理用ターゲット833をミラ

一画像として観測できるようになる。このとき、自動調整ミラー 8 2 1 の設置角度がずれていれば、C C D カメラ 8 5 2 の撮影画像上のターゲット 8 3 3 の位置が撮影画面の中心からずれて見えることになる。撮影画像は C C D カメラ 8 5 2 から画像処理装置 8 5 5 に送られる。

5 画像処理装置 8 5 5 は、このターゲット 8 3 3 が中心に見える時の画像を予め登録しており、この登録画像と観測されたカメラ画像（ミラー画像）とが比較され、パターンマッチング処理される。このパターンマッチング処理により画像上でのターゲットの位置がどれだけ中心から外れているか画像処理装置 8 5 5 により演算処理され、この処理信号が画像処理装置 8 5 5 から制御装置 8 2 9 に出力される。制御装置 8 2 9 は
10 画像処理情報に基づいてミラー調整装置 8 3 0 を駆動制御して自動調整ミラー 8 2 1 を駆動させる。自動調整ミラー 8 2 1 のミラー角度調整により、ターゲット 8 3 3 が C C D カメラ 8 5 2 で撮影している画像上の中心に位置するように調整される。

15 この結果、C C D カメラ 8 5 2 で撮影した画像中心にターゲット 8 3 3 の中心が見えるようになる。ターゲット 8 3 3 の中心が C C D カメラ 8 5 2 の観測画像中心に位置されることはターゲット 8 3 3 の中心位置にレーザビームが通過していることに相当する。これにより、自動調整ミラー 8 2 1 の粗調整が完了したことになる。

20 自動調整ミラー 8 2 1 の粗調整が終了すると、次の自動調整ミラー 8 2 2 の粗調整が行なわれる。この自動調整ミラー 8 2 2 の粗調整は自動調整ミラー 8 2 1 の粗調整に準じて行なわれる。

自動調整ミラー 8 2 2 の粗調整作業では制御装置 8 2 9 の命令によりランプ点滅手段 8 4 3 を作動させてランプ 8 3 8 を消灯し、ランプ 8 3
25 9 のみを点灯させる。同時に、信号処理装置からの命令により、C C D カメラ 8 5 2 のズーム位置、焦点位置を位置調整し、ターゲット 8 3 4

の形状が十分把握できるようにあらかじめ設定する。

ランプ839の点灯により、CCDカメラ852で自動ミラー825、
821、826、822を介してターゲット834を観測できるようになる。このとき、自動調整ミラー822の設置角度がずれていれば、C
5 CCDカメラ852の撮影画像上のターゲット834の位置が撮影画面の
中心からずれて見えることになる。CCDカメラ852の撮影画像は画
像処理装置855に入力されて画像処理される。

画像処理装置855は、このターゲット834が中心に見える時の画
像が予め登録されており、この登録画像が観測されるカメラ画像とパタ
10 ーンマッチング処理により比較される。登録画像と観測画像の比較によ
り画像上でのターゲットの位置がどれだけ中心から外れているかが演算
処理されて画像処理装置855から制御装置829に出力される。

制御装置829は画像処理装置855からの画像処理情報に基づいて
ターゲット834がCCDカメラ852で撮影している画像上の中心に
15 位置するようにミラー調整装置830を駆動させて自動調整ミラー82
2のミラー角度調整を行なう。

自動調整ミラー822の角度調整により、CCDカメラ852で撮影
した画像の中心に画像処理用ターゲット834の中心が見えるようにな
る。このことはターゲット834の中心位置にレーザビームが通過して
20 いることを意味し、自動調整ミラー822の粗調整が完了したことにな
る。

自動調整ミラー822の粗調整後、引き続きランプ840、ターゲッ
ト835、自動調整ミラー823の組み合わせで同様の粗調整作業を行
ない、自動調整ミラー823の粗調整を行なう。そして、この自動調整
25 ミラー823の粗調整後、さらにランプ841、ターゲット836、自
動調整ミラー824の組み合わせで同様の動作を行ない自動調整ミラー

8 2 4 の調整を行なう。

自動調整ミラー 8 2 1 ~ 8 2 4 の粗調整を C C D カメラ 8 5 2 および
画像処理装置 8 5 5 を利用して制御装置 8 2 9 で順次行なうことにより、
5 光伝送路 8 1 1 の各点に人が近づく必要が無く、遠隔制御により自動で
目標点までの光伝送路 8 1 1 の光路調整を行なうことができ、光路調整
された光伝送路 8 1 1 内にメインレーザ光である炭酸ガスレーザ光を案内
することができる。

[光伝送路の微調整作業]

次に、光伝送装置 8 7 0 の微調整と光伝送路 8 1 1 の振動補正の機能
10 について説明する。

ガイドレーザ装置 8 7 1, 8 7 2 から発振されるガイドレーザ光 (H
e - N e レーザ光と H e - C d レーザ光) は光合成手段 8 7 4 により同
軸に光軸調整される。

同軸に調整された H e - N e レーザ光と H e - C d レーザ光は光伝送
15 路 8 1 1 内に案内されて走査される。光伝送路 8 1 1 を案内されるガイ
ドレーザ光は、途中の自動調整ミラー 8 2 4 の位置で波長分離され、H
e - N e レーザ光のビームだけ透過して分離光路 8 4 4 に案内され、そ
の他のビームは次の固定ミラー 8 2 7 の方向に反射させて伝送される。

分離光路 8 4 4 に案内された H e - N e レーザ光は平行反射光学手段
20 としてのレトロリフレクタ 8 4 6 で反射される。レトロリフレクタ 8 4
6 は入射ビームがどのような角度に入っても入射ビームと平行に反射す
る特性を持っている。

すなわち、レトロリフレクタ 8 4 6 の中心に入射すれば入射ビームと
全く同一の経路 (光伝送路) 8 1 1 を通って反射される。中心からずれ
25 て入射した場合には、中心に対して対称な位置にずれた位置から入射ビ
ームと平行に反射される。

このレトロリフレクタ 8 4 6 で反射した H e - N e ビームは入射した光伝送路 8 1 1 を逆にたどり、光源のガイドレーザ装置 8 7 1, 8 7 2 側に戻る。

5 光源側ではダイクロイックサンプリングミラー 8 5 7 が設置されており、このサンプリングミラー 8 5 7 で反射ガイドビームのみサンプリング検出路 8 7 3 側に反射サンプリングされ、さらに光分離手段であるダイクロイックミラー 8 7 7 を透過して、位置検出装置 8 7 9 に入射する。

その際、サンプリング検出路 8 7 3 には干渉フィルタ 8 7 6, 8 7 8 が設置されているため、H e - N e ガイドレーザ光の波長以外の光は、
10 位置検出装置 8 7 9 に到達できないようになっている。この結果、レトロリフレクタ 8 4 6 からの H e - N e ガイドレーザ光の反射ビームのみが位置検出装置 8 7 9 に入射されることになる。

光位置検出装置 8 7 9 に入射したビームは、信号処理装置 6 5 により入射位置を電気信号に変換され、制御情報として制御装置 8 2 9 に取り
15 込まれる。

一方、光伝送路 8 1 1 の自動調整ミラー 8 2 4 で反射されたガイドレーザ光は固定ミラー 8 2 7 方向に進み、ここで、ガイドレーザ光である H e - C d レーザ光のみレトロリフレクタ 8 4 9 方向に反射され、残りの光は透過してレーザ照射ヘッド 8 1 6 に案内される。

20 固定ミラー 8 2 7 で反射し、分離光路 8 4 8 に案内されたガイドレーザ光 (H e - C d レーザ光) は平行反射光学手段であるレトロリフレクタ 8 4 9 で反射される。レトロリフレクタ 8 4 9 で反射された光は、入射の場合と反対方向に戻り光伝送路 8 1 1 を通ってダイクロイックサンプリングミラー 8 5 7 に到達する。

25 レトロリフレクタ 8 4 9 からの反射ガイドレーザ光は光分離手段としてのダイクロイックミラー 8 7 7 で波長分離されて光位置検出装置 8 1

側に入射し、レトロリフレクタ 849 の位置でのガイドレーザビームの位置ずれ情報が、信号処理装置 685 を介して制御装置 829 に入力される。その際、サンプリング検出回路 873 に干渉フィルタ 876、880 が設置されているため、He-Cd レーザ光のみが光位置検出装置 81 に案内されるようになっている。

以上のように、レトロリフレクタ 846、849 からの反射ガイドレーザ光は光伝送路 811 を通って戻され、光位置検出装置 879、81 に個別に入射される。このため、光位置検出装置 879、81 で第 1 および第 2 の反射レーザ光を検出することにより、両反射レーザ光を個別に検出でき、レトロリフレクタ 846、レトロリフレクタ 849 のそれぞれの位置での位置ずれ情報を分離して制御装置 829 が認識することが可能になる。

制御装置 829 は、2箇所での光位置ずれ情報を元に、これらの位置ずれが解消あるいは最小になるように、ミラー角度調整装置 831 を作動制御し、自動角度調整ミラー 825 および 826 をフィードバック制御する。

反射ガイドレーザ光の位置ずれを検出して自動角度調整ミラー 825、826 のミラー角度調整を行なう検出制御調整系は、反射ガイドレーザ光の位置検出を行なう位置検出装置 879、81、信号処理装置 65、制御装置 829、ミラー角度調整手段 831 はいずれも応答特性が早いものが使用される。検出制御調整系のフィードバックループの速さに応じて、各ミラーの振動等によるビームの位置ずれを補正することが可能になっている。

また、レトロリフレクタ 846、849 や位置検出装置 879、81 の精度、自動角度調整ミラー 825、826 の制御精度に応じて、ビームの伝送位置が制御可能になる。

この光伝送装置 870 においては、自動調整ミラーを使った長距離伝送時に発生する空気や機械的振動によるレーザ光の揺らぎを補正することができるので、長時間安定的に対象物 817 の照射点にレーザビームを伝送することができる。

- 5 本実施形態の光伝送装置 870 においては、レーザ光の光伝送路 811 の光軸と観測する CCD カメラ 852 の測定軸を同一の共通軸としているので、レーザ光の光伝送路 811 をレーザ照射点まで直線的に観測することができ、このレーザ照射点の位置ズレから光軸の角度ズレを計算して、ズレ量だけ自動調整ミラー 821～824 を使って光軸を調整
10 することができる。すなわち、CCD カメラ 852 等の電子撮像機器を伝送路の途中に設置する必要がなく、放射線の強い環境下においても、遠隔で光軸調整することが可能となる。

- また、光伝送路 811 中の自動調整ミラー所在点毎に CCD カメラを設置することなく、一台の CCD カメラ 852 で遠隔調整することが可能になる。また、CCD カメラ 852 に入力された画像情報は画像処理
15 装置 855 に送られ、この画像処理装置 855 で基準となる登録画像に比較され、パターンマッチング処理される。このパターンマッチング処理により、CCD カメラ 852 で撮影した画像を元にミラー画像のずれ量を自動的に測定して、自動的に自動調整ミラー 821～824 を調整
20 することが可能になる。

- 光伝送装置 870 は、光伝送に使用するミラー 826, 823, 824, 827 の近傍に画像処理用ターゲット 833～836 を設置して、ターゲット 833～836 の位置ズレから光軸の角度ズレを計算するようにしたので、位置ズレが生じたターゲット 833～836 の直前のミ
25 ラー 826, 823, 824, 827 だけを使って、光軸を調整することができる。すなわち、光伝送路 811 中の自動調整ミラー 821～8

24を遠隔調整する際に、調整して光伝送すべき位置を明確にできるとともに、画像処理において処理内容の簡便化を図ることができる。

また、画像処理用ターゲット833～836の形によって、現在調整対象としている光伝送路811の光軸上の自動調整ミラー821～824とターゲット833～836の位置を明確に判断して、調整すべき位置の判断を簡便にし、さらに、自動調整ミラー821～824のずれ量を正確に測定することが可能になる効果がある。

本実施形態に係る光伝送装置870は、伝送に使用するミラー826、823、824、827の近傍に照明装置としてのランプ838～841を設置して、CCDカメラ852で観測している各ターゲット833～836の照明だけを点灯すれば、何番目のターゲットのズレを補正しているかがわかるし、より鮮明なカメラ画像で位置ズレを計算することができる。すなわち、現在調整の対象の自動調整ミラー821～824に対応する画像処理用ターゲット833～836の位置を調整対象でない別の自動調整ミラー821～824やターゲット833～836の画像と、さらに明確に分離することができるため調整すべき位置の判断を簡便にし、さらに、自動調整ミラー821～824のずれ量を正確に測定することが可能になる。

また、光伝送装置870においては、制御装置829で駆動されるミラー調整装置830をステッピングモータ駆動方式またはサーボモータ駆動方式の自動ミラー装置としており、画像処理情報を元に自動調整ミラー821～824を駆動する際に、駆動すべき量に応じて正確に自動調整ミラー821～824を駆動することができるため、同じミラーに対して何度も繰り返して調整することなく、一度に調整できる。このため、光伝送路811の光軸調整がより早く可能になる効果がある。

さらに、本実施形態の光伝送装置870は、CCDカメラ852の画

像処理装置 8 5 5 にパターンマッチング機能を加えたので、予め記録しておいた光伝送路 8 1 1 の基準となる登録画像と比較することができ、レーザ光の照射点が C C D カメラ 8 5 2 で観測することができない場合でも、光軸の角度ズレを計算することができ、光軸を調整することができる。すなわち、画像処理装置 8 5 5 にパターンマッチング処理装置を備えることにより、現在調整の対象としているターゲット 8 3 3 ~ 8 3 6 の形状と位置ずれを、一度調整されているときに登録した基準のパターン（登録画像）を元に簡便に評価することが可能になる。このため、光伝送路 8 1 1 の光軸調整の速度、および精度を向上させることができるとともに、画像処理装置 8 5 5 の誤った認識結果によって、装置が誤動作する頻度を少なくすることが可能になる。

本実施形態の光伝送装置 8 7 0 は、1 枚以上のミラーを組み合わせる光伝送路 8 1 1 を構成する光伝送手段 8 1 2 を備え、光伝送路 8 1 1 を構成する一部のミラーまたは全部のミラーにミラー傾き角度を遠隔制御できるミラー調整装置 8 3 0, 8 3 1 を用いる。そして光伝送装置 8 7 0 の光伝送路 8 1 1 上の一部のミラーを分離ミラー手段としてのハーフミラーまたは波長分離ミラーとし、分離ミラー手段 8 2 4, 8 2 7 によって分けられたガイドレーザ光の反射光が到達する位置に設置された光位置検出装置 8 7 9, 8 1 と、光位置検出装置 8 7 9, 8 1 から出力される位置情報を演算処理してミラー角度調整装置 8 3 1 を駆動する制御装置 8 2 9 を備えているため、C C D カメラ 8 5 2 を利用したミラーの位置ずれ測定法より精度を高く自動角度調整ミラーのミラー角度調整を行なうことができるとともに、位置測定の速度も C C D カメラによる場合よりも格段に早くできるため、機器の振動によって光軸がぶれてしまうような場合においても、光軸ずれをキャンセルする方向に自動角度調整ミラー 8 2 5, 8 2 6 を駆動して、振動の影響をなくすることが可能に

なる。

この光伝送装置870はメインレーザ光を出力するメインレーザ装置813とは別にガイドレーザ装置871, 872を複数台を備えているため、メインレーザ光がパルスレーザのような繰返し変動要素を持つような場合においても、光軸調整用のガイドレーザ装置871, 872から出射されるガイド光としてのレーザビームを基準にして光伝送路811の光軸調整を行なうことができ、安定した光伝送が可能になる。

また、本実施形態の光伝送装置870は、光伝送路811上の一部の自動調整ミラー824や固定ミラー827をハーフミラーまたは波長分離ミラー等の分離ミラー手段で構成し、この分離ミラー手段824, 827で分けられたガイドレーザ光が到達する位置に設置されたコーナーキューブプリズムや中空コーナーキューブやキャッツアイ光学素子に代表される平行反射光学素子846, 849と、ガイドレーザ装置871, 872の光源側に設置されたハーフミラー手段819と、このハーフミラーに続いて設置された光位置検出装置879, 881と光位置検出装置879, 881から出力される位置情報を演算処理してミラー角度調整装置831を駆動する制御装置829とを備えているため、光伝送路811中に光位置検出装置のような電子部品を設置することなく光の位置ずれ量を遠隔地で測定することが可能になるため、煩雑な配線が不要になり、光伝送路811の途中に電子部品を設置しないので、放射線の強い環境下などにおいても適用することが可能になる効果がある。

また、本実施形態の光伝送装置870は、伝送すべきメインレーザ光と別の波長で発振し、発振波長が相互に異なるガイドレーザ装置871, 872を複数、例えば2機以上備え、ガイドレーザ装置871, 872の設置個数に対応して光伝送路811の途中の複数箇所のミラーを波長分離ミラーとし、この波長分離ミラーによって分けられたガイドレーザ

光が到達する位置に設置されたコーナーキューブプリズムや中空コーナ
ーキューブやキャッツアイ光学素子に代表される平行反射光学素子 8 4
6, 8 4 9 と、ガイドレーザ装置 8 7 1, 8 7 2 の光源側に設置された
ハーフミラー手段 8 1 9 と波長分離ミラー手段 8 7 7 と、波長分離され
5 たガイドレーザ光を個別に検出する複数台の光位置検出装置 8 7 9, 8
8 1 と、各光位置検出装置 8 7 9, 8 8 1 から出力される位置情報を演
算処理して自動ミラー装置としてミラー角度調整手段 8 3 1 を駆動する
制御装置 8 2 9 を備えているため、光伝送路 8 1 1 の途中の複数箇所
でビームの位置ずれ量を調整する場合、レーザビームの偏光の崩れの影響
10 を考慮する必要がなく、分離性能よく複数箇所でのビームの位置ずれ測
定を行うことができる。ビームの位置ずれ量を測定すべき点が 3 箇所以
上ある場合においても、ガイドレーザ光の種類を増やすだけで対応する
ことが可能になる。

さらに本実施形態の光伝送装置 8 7 0 は、制御装置 8 2 9 で駆動され
15 るミラー角度調整手段（自動ミラー装置） 8 3 1 に応答特性の早い電気
歪素子駆動の自動ミラー装置またはガルバノメータ駆動の自動ミラー装
置を用い、光位置検出装置 8 7 9, 8 8 1 に P S D 素子（Position Sen
sitive Detectors）または分割型フォトダイオード素子を用いた光位置
検出素子を用いているため、光伝送装置 8 7 0 が外部からのより高い周
20 波数成分を持つ振動の影響を受ける場合にも、振動による光軸ずれの影
響をなくすことが可能になる。

本実施形態の光伝送装置 8 7 0 は、光伝送路 8 1 1 の光軸調整を大ま
かな粗調整から、微調整および振動の影響を除去することまで一貫して
自動化することが可能になる。

25 また、この光伝送装置 8 7 0 は遠隔地から光伝送路 8 1 1 の光軸調整
を行なうことができ、レーザ装置を材料加工または検査を行う場所から

2 離れた場所に設置した場合においても安定した加工や検査が可能になる。

さらに、本実施形態の光伝送装置 870 は、原子炉内構造物の予防保全や補修を行う際に、大出力のレーザ光を安定して伝送することができ、確実な施工ができるとともに、さらに、同じ光伝送路 811 を用いて、

5 伝送位置を CCD カメラで遠隔撮影することが可能になる。

本発明はさらに原子炉内構造物の予防保全・補修装置を提供するものであり、その実施の形態を図面に基づいて説明する。

第 11 図は、本発明の原子炉内構造物の予防保全・補修装置の実施の形態を説明するための全体構成について、特に、オペレーションフロア
10 1 から原子炉圧力容器 2 内に設置されている炉心シュラウド胴 6 上部までを中心を示している。オペレーションフロア 1 上に、自動アライメント装置やポジションセンサ (PSD) などを含むレーザー発振器 70、電源装置 71 および制御装置 72 を設置する。レーザー発振器 70 に導光管 25 を接続し、導光管 25 に第 1 の反射ミラーボックスとして移動
15 式反射ミラーボックス 24 を接続する。

レーザー発振器 70 からのレーザー光は原子炉圧力容器 2 内の炉心中心に向かって水平に発振されるように位置決め、調整を行い、導光管 25 で光が漏れないように外部と遮断する。導光管 25 の荷重を支える支柱 20 は原子炉プール 7 を跨ぐように原子炉プール 7 上に設置する。

20 支柱 20 の中央には、前記移動式反射ミラーボックス 24 が搭載され、この移動式反射ミラーボックス 24 はその下部に車輪 58 が設けられてルール 23 上に載っており、任意に移動自在で位置調整が可能とし、前記導光管 25 の後端部を接続する。

移動式反射ミラーボックス 24 には、遠隔での角度の自動調整が可能な自動アライメント機能付きの 90 度反射ミラー (図示せず) が内蔵されてお
25 り、レーザー発振器 70 から導光管 25 を通るレーザー光を直角

に曲げ、炉心に向かって真下へレーザー光を下降させる構成になっている。

このレーザー光を原子炉プール7内のプール水から保護し、気中伝送を実現するため、この移動式反射ミラーボックス24の下面に1本の長さ約4 mがあり4本で総長約16 m、末端が平板ガラス55（第14図を参照）で閉じられている多段組立て式の導光管マスト26を垂れ下げて設ける。導光管マスト26の下端部は旋回台車27上に設けた旋回中心に位置する旋回機構28の導光管ガイド34に差し込まれる。

旋回台車27は、旋回中心の下面にクランプ機構33が設けられ、このクランプ機構33を炉心シュラウド胴6の上部に組み込まれた上部格子板3の炉心中心位置の格子に挿入してロックした状態とする。また、旋回台車27の他方の下端面に車輪32を有し、この車輪32により旋回台車27は炉心シュラウド胴6の外周上部リング4上に載って炉心シュラウド胴6の外周に沿って移動自在となっている。

旋回台車27上には水平に旋回中心から法線方向に向かって、前記導光管マスト26からレーザー光を導く水平導光管29が設置されており、水平導光管29はアニュラス用レーザー施工装置73に接続し、このレーザー施工装置73へレーザー光を空間伝送可能な構成になっている。

導光管マスト26の下端には図示していないが、上面が接続し少なくとも1個のミラーから構成される角度修正用自動アライメント機構を有する第2の反射ミラーボックスが接続されている。この反射ミラーボックスが水平導光管29と接続している。

アニュラス用レーザー施工装置73は、クランプ機構31によって旋回台車27と固定される。このクランプ機構31はスライド機構30によって炉心中心から半径方向にスライド移動可能な構造となっている。

第12図は、第11図の実施例の一部側面で示す断面図である。第1

2 図中、符号 80 は導光管で、この導光管 80 は第 1 図に示した導光管 25、導光管マスト 26 および水平導光管 29 に対応するものである。導光管 80 の各末端に、両面をよく研磨し、平面度、平行度を精度よく加工した平板ガラス 81 を嵌め込み、O リング 82 により気密構造とする。

また、その平板ガラスの外側の周囲 3 個所に水ノズル 83 を中心に向け取り付け。導光管 80 の一部にタップ穴 86 をあけ、このタップ穴 86 に空圧コネクタ 84 をねじ込んで取付け、空圧コネクタ 84 に空圧ホース 85 を接続する。空圧ホース 85 は第 1 図に示したオペレーションフロア 1 上に設置した空圧ユニット（図示せず）まで伸ばす。空圧ユニットは、窒素ポンペを供給源とし、100% 乾き窒素ガスを導光管 80 へ供給することができるようになっている。

第 13 図は、多段組み立て式導光管 26 の中間の接合部の構造を示した図である。各導光管 26 の末端にはフランジ 67 が取付けられており、ボルト 65 とナット 66 によって接続、固定されており、フランジ接合面は O リング 68 によって気密性になっている。ボルト 65 は、蝶番 64 によって導光管 26 に固定されており接続作業時誤って脱落しない構造になっている。符号 69 はレーザー光で導光管 26 内の通過状態を示している。

第 14 図は、本発明の請求項 5 の実施の形態で、旋回台車 27 の構造と上部格子板 3 および炉心シュラウド胴 6 に取付けた状態を示している。旋回台車クランプ機構 33 は、エアーシリンダ 39、リンク 40、パッド 41 から構成する。この旋回台車クランプ機構 33 の上に旋回機構 28 が設置される。旋回機構 28 は、ベアリング 42、電動モータ 43、ギヤ 44、45 から構成する。

旋回回転軸は前記旋回台車クランプ機構 33 の中心と一致させる。車

輪32は、旋回用の車輪で上部シュラウド胴6aの上端部に設けた上部リング4上を走行する位置に取り付ける。また、ガイドローラ46をエアシリンダ47により上部リング4の内側に設けたスカート5の内面に押し当て可能な位置関係に取り付ける。

- 5 また、旋回回転軸上に多段組み立て式導光管マスト26のレーザー光69aの光軸が来るように導光管マスト26の受け台である導光管ガイド34を設置する。導光管ガイド34は、自在に回転できるようにベアリング35を介して水平導光管29に取り付けられている。導光管ガイド34は平板ガラス56aで仕切られ前記導光管29を気密に保っている。
- 10

導光管ガイド34の上端はすり鉢状に形成されており、多段組み立て式導光管26の挿入をガイドする。導光管ガイド34には給水入口ライン37と給水出口38が設けられており、導光管26の平板ガラス55と平板ガラス56aの間の間隙に溜まる水を循環できるような構造になっている。

- 15
- 水平導光管29の内部には、レーザー光69を約45度に反射させる反射ミラー53、54があり、多段組み立て式導光管マスト26から降りてきたレーザー光9を反射ミラー53で見込み角45度の角度で曲げ反射ミラー54へ入光させ、さらに見込み角45度の角度で曲げて水平
- 20
- 方向に導光管29にもう片方の端面の平板ガラス56bへ抜けさせる構成とする。

- ここで、反射ミラー53、54は、ミラー角度を遠隔で修正可能な2軸の電動式ミラーを使用する。反射ミラー53の電動アクチュエータは電動モータを使用し、広い角度を調整可能とし、低速度の粗調整用自動
- 25
- アライメントに使用する。他方の反射ミラー54の電動アクチュエータはピエゾ素子を使用し、調整角度は少ないが、高速、高分解能、高精度

での調整可能とし、高速の微調整用自動アライメントに使用する。

水平導光管 29 とアニュラス用レーザー施工装置 73 とのレーザー伝送は、一旦水中を介して行う構成とし、水平導光管 29 のレーザー出口側の平板ガラス 56b とアニュラス用レーザー施工装置 73 のレーザー
5 入口の平板ガラス 90 とは光軸を一致させ、互いに対面するように旋回台車 27 上の伸縮台 48 上に固定させる。

伸縮台 48 はスライド機構 30 によって炉心中心から半径方向に遠隔操作でスライドできるようにする。実施の形態では、スライド機構 30 をリニアガイド 49、モータ 59、ボールネジ 60 で実現する。

10 伸縮台 48 には、アニュラス用レーザー施工装置 73 の位置決め用位置決めピン 52 と、アニュラス用レーザー施工装置 73 を設置後にこれを固定するためのクランプ機構 31 を備えている。また、水平導光管 29 のレーザー出口付近は伸縮自在の蛇腹管 50 で構成されており、エア
ーシリンダ 47 により前記レーザー出口はスライド可能であり、アニュ
15 ラス用レーザー施工装置 73 を設置作業中に一時水平導光管 29 のレーザー出口を避難させることが可能である。

第 15 図は先に述べた支柱 20 を移動式とした場合の構造を示した図である。平板状支柱 20 の両側には車輪 21 が取付けられており、この移動式支柱 20 をオペレーションフロア 1 上に仮設したレール 22 上に
20 設置し、この移動式支柱 20 上に、自動アライメント装置やポジションセンサ (PSD) (図示せず) などを含むレーザー発振器 70 と、電源装置 71、導光管 25、移動式反射ミラーボックス 24 などを搭載する。
なお、オペレーションフロア 1 上には制御盤 72 を設置する。

支柱 20 の中央には、移動式反射ミラーボックス 24 が搭載されてい
25 る。この移動式反射ミラーボックス 24 は、第 11 図に示したように車輪 58 が取付けられてレール 23 上に載っており任意に移動可能で位置

調整が可能とし、前記導光管25を接続している。この導光管25は、一部が蛇腹管構造となっており、移動式反射ミラーボックス24の位置調整を可能とする。

5 移動式反射ミラーボックス24には、遠隔での角度の自動調整が可能な自動アライメント機能付きの90度反射ミラーが内蔵されており、レーザー発振器70からのレーザー光を直角に曲げ、炉心に向けて真下へレーザー光を落とす構成となっている。

第16図は、上記アニュラス用レーザー施工装置73を一部断面で示す鳥瞰図である。アニュラス用レーザー施工装置73には位置決め用の位置決めピン穴100があり、旋回台車27の伸縮台48に付いている位置決めピン52が差し込まれている。さらに旋回台車27のクランプ機構31によりアニュラス用レーザー施工装置73設置後これを固定している。

15 アニュラス用レーザー施工装置73の上端のケースには、遠隔で角度調整が可能な電動反射ミラーが内蔵されており、旋回台車27から伝送されたレーザー光を垂直に下がった導光管101へ約90度曲げている。

導光管101は長尺の2段の中空シリンダ形状のパイプで、その先端にレーザー投射ヘッド102、固定部103を装備し、その外形はジェットポンプ108のディフューザ106を通過可能な寸法とする。第17図(A)に示すように、導光管101にはボールネジ104およびモータ105が取付けられ、これらによって遠隔操作で伸縮自在となっている。

第17図(A)、(B)は、第16図の固定部103の一形態を示す図である。導光管101とレーザー投射ヘッド102との間にはゴムなど弾性薄膜を素材とした中空袋状の固定部103が設けられており、固定部103には図示はしていないが圧力ホースが接続されており、圧力ホ

ースは第11図に示すオペレーションフロア1まで伸びており、地上側の制御盤空圧回路へ接続されている。

第18図は、第16図の固定部103のその他の形態を示す図である。本実施の形態では、固定部103をリンク機構110、パッド111および液圧シリンダ112から構成する。

第19図は、アニュラス用レーザー施工装置73の実施の形態を示す図である。アニュラス用レーザー施工装置73には位置決め用の位置決めピン穴100があり、旋回台車27の伸縮台48に付いている位置決めピン52が差し込まれている。さらに旋回台車27のクランプ機構31によりアニュラス用レーザー施工装置73を設置後、これを固定している。

アニュラス用レーザー施工装置73の上端のケースには、遠隔で角度調整が可能な電動反射ミラーが内蔵されており、旋回台車27から伝送されたレーザー光を垂直に下がった回転式導光管120へ約90度曲げている。回転式導光管120の下端は、ディフューザ106の上端穴に着座する形状となっている。

ライザーブラケット107から下方の回転式導光管120の下部に施工アーム121が接続されており、回転式導光管120と施工アーム121は接続機構122a、122bにより遠隔で着脱可能となっている。施工アーム121の下端に短尺アーム132を介してレーザー投射ヘッド102が取付けられている。

第20図において、回転式導光管120はディフューザ106の上部に設けられ、この回転式導光管120の下端には、着座部123があり、着座部123は、ベアリング124a、クランプ機構129、Oリング126a、モータ127で構成され、モータ127の回転で着座部123の上方に設けた中間導光管120aが回転自在となっている。

中間導光管120aは、電動式反射ミラー125と平板ガラス130と、接続機構122aとベアリング124b、Oリング126bから構成され導光管120の下部が回転自在となっている。回転式導光管120の上にも、電動式反射ミラー128（図示せず）が設けられており、

5 旋回台車27から伝送されてきたレーザー光を一度下へ曲げ、回転導光管20を通過させ、下の反射ミラー125で接続機構122aの接続窓の平板ガラス130へ曲げる構成となっている。

施工アーム121は、接続機構122a、伸縮導光管131、空圧シリンダ134およびレーザー投射ヘッド102とから構成される。伸縮

10 導光管131には、空圧ピストン132とボールネジ104およびモータ105が取付けられている。

第21図は、上記接続機構122a付近の構成図である。回転式導光管120側の接続機構122aは、接続台136、位置決めピン137、電磁チャック138、平板ガラス130、水ジェットノズル131から

15 構成される。また、施工アーム121側の接続機構122bは、前記位置決めピン137と填め合う位置決めピン穴140、平板ガラス141、水ジェットノズル142（図示せず）から構成される。

第22図は、アニュラス用レーザー施工装置73の実施の形態を示す図である。アニュラス用レーザー施工装置73には位置決め用の位置決めピン穴100があり、旋回台車27の伸縮台48に付いている位置決めピン52が差し込まれている。さらに旋回台車27のクランプ機構31によりアニュラス用レーザー施工装置73設置後これを固定している。

20

アニュラス用レーザー施工装置73の上端のケースには、遠隔で角度調整が可能な電動反射ミラー（図示せず）が内蔵されており、旋回台車

25 27から伝送されたレーザー光を垂直に下がった導光管150へ約90度曲げている。

この導光管150の約1.5mほど下がった箇所に請求項15の実施の形態である関節式導光管部151が設けられており、空圧ピストン152と平行リンク機構153の動きに応じて光軸を任意の距離にオフセットできる構成となっている。関節式導光管151の下方に、挿入マスト161およびレーザー投射ヘッド162が設けられている。

関節式導光管151の詳細を第23図に示す。この導光管151は4つの90度反射ミラー157で構成され、そのうちの2つ、すなわち2つ目の関節軸151bと3番目の関節軸151cが回転軸で、ベアリング154、Oリング155によって回転自在となっている。

この実施の形態では、レーザー光の光軸調整用の自動アライメント装置のために光軸のずれを検出する仕掛けとして、レトロリフレクタ156を最初の関節151aに挿入する。このためこの関節中の反射ミラー157はハーフミラーとする。

最初の関節軸151aの回転軸中心は、平行リンク機構153の固定側ベース153aのリンク中心線158と一致させ、3つ目の関節軸151cの回転軸中心は、平行リンク機構153の移動側ベース153bのリンク中心線159と一致させ、前記平行リンク機構153の動きに合わせて関節式導光管151が曲がるようにする。

以上の平行リンク機構153と関節式導光管151とにより、シュラウド上部胴6aとシュラウド中間部胴6b（第22図）との境の下側に回り込むことができるので、この部分を総称してシュラウド中間部胴回り込み機構160と称する。

移動側ベース153bには、挿入マスト161が接続されて、上端は前記導光管151dと結合している。挿入マスト161の先端にはレーザー投射ヘッド162が接続されている。

この2つの部分は、水平断面が幅約100mm、奥行約50mm程度

で構成することを特徴とし、プール上から垂直に降ろしてアニュラス炉内へ挿入する際に、給水スパーチャ（図示せず）、トラジェッションピース170、ライザー管171、ライザーブレースアーム172、シュラウドヘッドボルトブラケット（図示せず）、ライザーブラケット173、ジェットポンプブラケット174との間隙を通過できることを実現する。なお、第22図中符号176はライザーエルボ、177はバッフルプレートである。

第24図は挿入マスト161の具体的な実施の形態を示す。挿入マスト161はアニュラス部において、ジェットポンプ173とシュラウド胴6との隙間を通過できる形状とし、ライザーブレースアーム172や、ライザーブラケット173などとの間隙に合わせ、部分的に厚みを増減する。

これに合わせ内部の導光管175は、光軸に対しやや傾けた平板ガラス163により奥行方向に光軸をずらし、各厚みにおいて効率よく導光管175の半径を最大に取れるようにする。レーザー投射ヘッド162の電気ケーブルや空圧ホースもこの導光管175に沿って、挿入マスト161内に組み込む構造とする。

第25図（A）、（B）はアニュラス用レーザー施工装置の実施の形態を示す。アニュラス用レーザー施工装置73には位置決め用の位置決めピン穴100があり旋回台車27の伸縮台48についている位置決めピン52が差し込まれている。

さらに旋回台車27のクランプ機構31によりアニュラス用レーザー施工装置73を設置した後にこれを固定している。

アニュラス用レーザー施工装置73の上端のケースには、遠隔で角度調整が可能な電動反射ミラー（図示せず）が内蔵されており、旋回台車27から伝送されたレーザー光を垂直に下がった導光管150へ約90

度曲げている。この導光管 150 の先は、水平多関節アーム 190 になっている。

水平多関節アーム 190 は、内部が空洞となっており、レーザー光が通過でき、1 関節は、90 度反射ミラー 191 a, 191 b を 2 つ、この 2 つの反射ミラー間の導光管 192 をねじる機構、すなわち、ベアリング 193, Oリング 194, 中空モータ 195 で構成する。この水平多関節アーム 190 の各関節はいずれも同じ部品で構成する。

第 26 図は、ライザー固定部の詳細を示し、導光管 251 の下部に設ける固定部 253 をリンク機構 260, パッド 261 および液圧シリンダ 262 から構成する。

第 27 図は、レーザー投射ヘッド 102 の機構構成の実施の形態を説明する図である。

主に集光レンズユニット 270, スキャン反射ミラー 271, 揺動スキャン機構 272, ステップ直動機構 273, 水平スキャン機構 295, 焦点距離調整機構 274, 施工面ごみ除去装置 275, 3 つの小型マイクロフォン 276, ハーフミラー 277 とレトロリフレクタ 278, 監視用カメラ 279 から構成される。

ステップ直動機構 273 は、ヘッドの光学系全体が上下にステップ移動可能なように、主にリニアガイド 281, ボールネジ 282, ギヤ 283, AC サーボモータ 284 から構成し、集光レンズユニット 270 は、主にリニアガイド 285, ボールネジ 286, 超音波モータ 287 から構成される焦点距離調整機構 274 と集光レンズ 290 から構成される。

揺動スキャン機構 272 は、反射ミラー 271 がレーザー入射光の光軸廻りに揺動回転可能なように、主に軸受け 291, ギヤ 292, 超音波モータ 293 から構成し、焦点調整機構 274 と揺動スキャン機構 2

7 2全体が左右にステップ移動できるように水平スキャン機構295があり、これはリニアガイド296、ボールネジ（図示せず）、タイミングベルト298およびモータ299から主に構成する。

5 第28図は、レーザー投射ヘッド102の機構構成の他の実施の形態を説明する図である。

主に集光レンズユニット300、スキャン用反射ミラー301、揺動スキャン機構302、伸縮導光管機構303、焦点距離調整機構304、施工面ごみ除去装置306、3つの小型マイクロフォン307、監視用カメラ308から構成される。

10 伸縮導光管機構303は、2枚の平板ガラス310、311、リニアポジションセンサ312、Oリング313、ピストン機構状の導光管314、復帰バネ315、空圧チューブ316などから構成される。

集光レンズユニット300は、平行キー320、ボールネジ321、超音波モータ322などから構成される焦点距離調整機構304と集光
15 レンズ324から構成される。揺動スキャン機構302は、反射ミラー301がレーザー入射光の光軸と直角でかつミラー面を含む軸方向に揺動回転軸を固定した軸受け325、超音波モータ326、レゾルバ327などから主に構成される。

20 第29図は、レーザー投射ヘッド102の実施の形態を説明する図である。

本レーザー投射ヘッド102は、主に集光レンズユニット340、集光レンズ回転機構341、スキャン用反射ミラー342、伸縮導光管機構343、焦点距離調整機構344、水平スキャン機構345、施工面ごみ除去装置346、3つの小型マイクロフォン347、監視用カメラ
25 348から構成される。

レーザー投射ヘッド102の光学系の構成を以下に述べる。伸縮導光

管機構 343 は、2枚の平板ガラス 350, 351 と、中空ピストン状の導光管 352, Oリング 353, リニアポジションセンサ 354, 復帰バネ 355, 空圧チューブ 356 から構成する。

5 集光レンズユニット 340 は、集光レンズ回転機構 341 と焦点距離調整機構 344 とから構成され、集光レンズ回転機構 341 は、軸受け 360, 超音波モータ 361, 集光レンズ 362 から構成され、集光レンズ 362 中心をレンズの回転軸に対しわざと偏心させて組立てる。

焦点距離調整機構 344 は、焦点距離が遠隔で増減調整可能とする平行キー 363, ボールネジ 364, 超音波モータ 365 などから主に構成する。水平スキャン機構 345 は、反射ミラー 342 が前記集光レンズ回転機構 341 の回転軸と同軸廻りに回転走査可能とする回転軸受け 370, ACサーボモータ 371, レゾルバ 372 などから主に構成する。

第 30 図は、レーザー光を制御するためにレーザ発振器 70 に作動
15 接続された制御盤の構成を示す制御システム全体のブロック回路である。制御盤 400 は、信号処理回路 401, 制御ドライバー 402, 計算機 403, 表示装置 404, 入力装置 405, レーザ発振器指令入出力回路 406, 音響信号分析ユニット 407 から主に構成し、音響信号分析ユニット 407 は、アニュラス用レーザー施工装置 420 に設置された
20 複数の超音波マイクロフォン 421 からの音響信号を処理する入力回路 410, 増幅アンプ 411, 周波数フィルター 412 などからなる信号前処理回路 413, A/D 変換回路 414, 施工時の施工ポイント位置計測や施工状態量や施工異常の判定などを演算処理するプログラム計算処理回路 415 から構成する。

25 制御盤 400 は、アニュラス用レーザー施工装置 420 に設置された各種センサ 422 の出力を信号処理回路 401 で受信し、計算機 403

および制御ドライバー 402 による処理を行った後、アニュラス用レーザー施工装置 420 のモータ（アクチュエータ）に制御信号を出力する。例えば、施工対象とアニュラス用レーザー施工装置 420 の位置関係を各種センサ 422 の距離センサで測定し、その結果を信号処理回路 401 に出力する。計算機 403 で設定値との比較が行われ、設定値を逸脱している場合には制御ドライバー 402 を介してモータ（アクチュエータ）に制御信号を出力し、アニュラス用レーザー施工装置 420 を正常な位置に設定する。この操作を繰り返すことにより、施工対象とアニュラス用レーザー施工装置 420 を常に正常な位置関係に保つことができる。

音響信号分析ユニットのハード構成実施の形態は、第 30 図に示した。さらに動作原理の具体例を第 31 図を引用して以下に述べる。一般に、レーザー光により金属溶接部の応力改善のためのレーザーピーニング施工や、表面改質のためのレーザー照射では、あるパターン化した音が発生する。この音データから以下のような施工状態の情報を得ることができる。

例えば、レーザーピーニングとは、一瞬に高出力のパルス状のレーザー光を水中において金属表面に当て、その光エネルギーで表面の金属がプラズマ化する時に発生する圧力波で金属表面の残留応力を引張りから圧縮に変える技術であるが、このプラズマ発生時に、その集光点から発生する音の時間計測をイメージ化すると第 31 図のようになる。

この音の発生パターンの相似性を分析することで同じ音が各マイクロフォンに採取された時間を知ることができる。光の伝播時間は音の伝播時間に比べ無視できるので、一定のパターンでレーザー光を打った場合、レーザー光がピークに達した時刻からマイクロフォンで音を採取した時刻までの時間が、その音が発生ポイントから各マイクロフォンまでに到

達した伝播時間とみなすことができる。

例えば第31図のような音のパターンの場合は、採取した音響信号には集光ポイントからするどいピーク音が見られ、このピーク音の発生時刻を各々のマイクロフォン毎に計測し、レーザー光を発射した時刻からの経過時間に置き換える。

この経過時間は、光の伝播時間は音の伝播時間に比べ無視できるので、集光点から各マイクロフォンに到達した音の伝播時間とみなすことが可能で、この時間を音の伝播速度で割り、各マイクロフォンから集光点までの距離を算出することができる。さらに、3点以上の距離データから3点測量の原理で音発生 of 3次元位置を計算することができる。

施工状態量の計測は、例えば、前記衝撃音のピークレベルとピーク音の周波数分布からレーザー光のエネルギーレベル、照射点への入光状態を定量的に分析、計測するものである。例えば、レーザーピーニングの場合では、レーザーエネルギーが高いとピークレベルが高くなり、この相関関係から施工時の入光エネルギーを検出することが可能である。なお、これは単数のマイクロフォンの信号からでも計測分析が可能である。

また、施工異常診断は、レーザー光が施工対象（金属表面）の手前で集光し、うまくエネルギーが吸収されない場合や、レーザー光の光路上にゴミなどの浮遊物が存在して集光点手前でエネルギーが減衰する場合は、ピーク音の手前でノイズが発生する現象を利用した手法であり、これも単数のマイクロフォンで信号から計測分析が可能である。

これらの施工音分析データを基にレーザー焦点位置の調整やレーザー光の発振器制御へのフィードバック制御や、異常時の対応などのインターロック制御を行う。

第32図(A)～(D)は、施工面ごみ除去装置450の実施の形態を説明する図である。すなわち、レーザー照射ヘッド102付近に取付

けた水ジェットノズル451と、このノズル451から加圧給水ユニット452までをつなぐ接続ホース453と、加圧給水ユニット452、フィルター454とから構成する。

5 第33図(A)～(D)は、他の施工面ごみ除去装置460の実施の形態を説明する図である。すなわち、レーザー照射ヘッド102付近に取付けた吸い込みノズル461と、このノズル461から吸い込みポンプユニット462までをつなぐ接続ホース463と、吸い込みポンプユニット462、フィルター464から構成する。

10 第34図(A)、(B)は、水中プロペラ510の具体的な構成を示す図である。本装置は、アニュラス用レーザー施工装置73の先端付近にスクリュウ511とスクリュウに組み込み式のモータ512から構成される水中プロペラ510を取付ける。

第35図は、レーザー投射ヘッド102にジャイロモータ520を搭載した具体例である。

15 第36図(A)、(B)は、上記レーザー発振器70と旋回台車27の具体的な構成を示す図である。レーザー発振器70は第36図(B)に示すように耐水圧容器530内に収納され、旋回台車27のベース上に設置される。自動アライメントによる光軸調整用の電動式反射ミラー53、54は光軸を水平に曲げるようにレイアウトを変更する。

20 したがって、レーザー発振器70の光軸と旋回台車27上の水平導光管29の光軸は90度交差するようにレーザー発振器70を配置し、レーザー発振器70からの投射口540と水平導光管29に接続するミラー53、54を内蔵するケース533のレーザー受け口542とはフランジ531で接合し、ゴムパッキン532でシールする。

25 第37図(A)、(B)は、レーザー発振器70を旋回台車27から遠隔分離可能とするための遠隔着脱システムの具体的な構成を示す図で

ある。

レーザー発振器70からの投射口540は平板ガラス541で仕切り、
旋回台車27の水平導光管29のレーザー受け口542も平板ガラス5
43で仕切る。各仕切りの平板ガラス541, 543の端面には水ジェ
5 ットノズル544a, 544b(図示せず)を配置する。

また、4つの位置決めピン穴545をレーザー発振器70のベース5
47に、同数の位置決めピン546を旋回台車27に設け、各々が嵌め
合い位置決めが可能となるようにする。ベース547の下には防振ゴム
548(図示せず)を張り付ける。

10 旋回台車27に旋回台車70のロック機構549としてトグルクラン
プ550を設け、レーザー発振器70のベース547を固定するように
する。このトグルクランプ550は、操作ポール等で引っ掛け、原子炉
プール上から遠隔手動で動作可能なように取っ手551を取付ける。

第38図は、シュラウド内のレーザー光による予防保全・補修作業用
15 装置へ本発明のレーザー光伝送システムを応用する方法を具体化した例
の説明図である。

旋回台車27のベース560は馬蹄形の形状とし、水平導光管29か
らのレーザー光をこの馬蹄形の空洞を介してシュラウド胴6の内側へ垂
直に落とすことが可能な構造とする。アニュラス用レーザー施工装置7
20 3の代わりに、シュラウド内施工用の中継ボックス561を旋回台車7
2に載せ、所定の位置のクランプ機構31により固定する。

中継ボックス561の位置決めは、アニュラス用レーザー施工装置の
位置決めに使用した位置決めピン52を流用し、中継ボックス561に
位置決めピン穴562を設ける。中継ボックス561は、電動によりミ
25 ラー角度が遠隔調整可能な電動式反射ミラー563, 平板ガラス564,
565, 乾燥ガスのパージ用圧力チューブ566(図示せず), 各平板

ガラスの外側周囲に水ジェットノズル 5 6 7 a, 5 6 7 b から構成する。
つぎに、実施の形態の作用について説明する。

最初に本システムの炉内への設置手順、方法について以下に説明する。

まず、原子炉圧力容器内へ旋回台車 2 7 を降ろし、上部格子板 3 の中
5 央格子に旋回台車クランプ機構 3 3 を挿入し同時に、スライド機構 3 0
の車輪 3 2 をシュラウド胴 6 の上部リング 4 上に載せる。その後、旋回
台車クランプ機構 3 3 を動作して上部格子板 3 の格子にロックし、同時
に、ガイドローラ 4 6 を上部リング 4 上のスカート 5 の内側面に押し当
て、旋回台車 2 7 をシュラウド胴 6 上に設置する。

10 つぎに、原子炉プール上に炉心を跨ぐようにして支柱 2 0 を設置する。
設置の方法は、第 1 1 図に示したように支柱 2 0 を天井クレーンで吊り
降ろし、直接路上に移動、設置する方法と、支柱 2 0 をオペレーション
フロア 1 上にあるレール 2 2 を利用し、一度、オペレーションフロア 1
上で組み立てた後、横行させて炉心上に移動させる方法もある。

15 この支柱 2 0 から多段組立て式の導光管マスト 2 6 を下段から順次組
立て、約 1 6 m の長尺マストにする。この組立ては、フランジ継ぎ手構
造とし、O リング等でシールし、ボルト 6 5, ナット 6 6 で結合する。
なお、下段のマスト端面には平板ガラス 5 5 で仕切られており、最上段
マストの末端には反射ミラー 6 0 が取付けられている。

20 これを組み立て後、天井マストで吊り上げ、旋回台車 2 7 の旋回機構
2 8 の回転中心部へ移動、導光管ガイド 3 4 の嵌合部へ挿入、位置決め
する。この時、同時に導光管マスト 2 6 の上端を支柱 2 0 の移動反射ミ
ラーボックス 2 4 上に着座させる。

すなわち、導光管マスト 2 5 の荷重は移動反射ミラーボックス 2 4 で
25 受けるようにする。移動反射ミラーボックス 2 4 は、ローラやリニアガ
イド等で移動可能とすることで、導光管マスト 2 6 の上下の芯ずれを吸

収することができる。

支柱20の炉心に他方、取り付け時の取り付け誤差は、レーザー光は各要素毎の導光管内部の反射ミラーの角度修正用モータでミラー角度の微調整を自動調整することにより修正可能であり、ラフな取り付け精度
5 でレーザー光の伝達が実現でき、作業性を容易にしている。

設置後は、旋回台車の旋回機構27の機能によりアニュラス用レーザー施工装置73をシュラウド胴廻りに沿って360度回すことが可能である。アニュラス用レーザー施工装置73は、旋回台車27のスライド機構30により、炉心半径方向に位置決め微調整が可能で、前記旋回機構30とスライド機構30との組み合わせによりシュラウド胴6の周囲
10 の任意位置にアニュラス用レーザー施工装置73を位置決めすることができる。

また、各導光管の幾つかの反射ミラーは電動式ミラーで、光路の修正、制御が遠隔で可能であり、長距離の伝送を可能としている。さらに、各導光管の遠隔接続部は、平板ガラスで仕切られ、簡単に分離、組立てが可能としている。これを水中で実現するため、各平板ガラスには、気泡発生を防止するための、水ジェットノズルを取り付け、内部の結露防止対策として、導光管内部へ乾き空気を送る機構を付加している。
15

この光路の修正は、アニュラス部レーザー施工装置73やレーザー投射ヘッド102などの導光管途中のレトロリフレクタで反射された参照光で位置ずれを認識し、自動的に実施される。なお、各レトロリフレクタからの参照光を分光するため、各レトロリフレクタには偏光フィルターが組み込まれており、各参照光を各々区別可能とする。
20

また、超音波マイクロフォンからの音響分析により、施工中の状態をモニタ可能であり、特に焦点合わせの制御、集光エネルギーの強度判定、集光点の位置の計測など、施工管理に重要な情報をリアルタイムで計測
25

することが可能となる。なお、施工中に発生する気泡やゴミの施工点のレーザー光路から排除するため、水ジェットノズルによる施工面ごみ除去装置をレーザー光路上に設置する。

5 施工中のヘッド先端の位置を固定するための工夫として、水中ファンやジャイロモータを設けることもできる。

第36図に示したように、レーザー発振器70を耐水圧容器530に入れ、旋回台車上に載せ、原子炉プール上から旋回台車までの長尺の導光管を不要とする。

10 また、第37図のような構成とすることにより、このレーザー発振器70を内蔵する耐水圧容器530を旋回台車に固定しているロック機構を遠隔手動で操作ポール等を用いて外したり、ロックしたりできるようになり、施工中、レーザー発振器ののみを単独で炉外へ出して調整、修理をしたり、旋回台車等を炉内へ設置後、後からレーザー発振器70を設置したりできるようになる。

15 第38図のような構成することにより、レーザー光をシュラウド内部へ落とすことが可能となり、シュラウド胴6の内側を施工する各種作業装置へ効率よくレーザー光を伝送することが実現できる。

20 以上に述べたように本発明に係るレーザ照射ヘッドは、照射ヘッド本体に備えられるヘッド内導光部材とこの導光部材からのレーザ光を集光させる集光レンズと集光されたレーザ光を施工対象箇所に照射する反射ミラーとを狭隘な隙間に出し入れ可能に設けたので、原子炉内構造物の狭隘部、例えばシュラウドと炉心支持板の円筒状狭隘部に集光レンズおよび反射ミラーを自由に出し入れでき、施工困難な狭隘部であってもレーザ光を用いて予防保全・補修作業を効率よく、スムーズに行なうことができる。

25 また、レーザ照射ヘッドは、照射ヘッド本体に偏平で細長い昇降サポ

ート機構をフレーム昇降装置でスライド昇降自在に設けたので、昇降サポート機構に取付けられた集光レンズおよび反射ミラーの相対距離を保ってレーザ光の光軸に沿って昇降移動させることができ、レーザ光照射による予防保全・補修作業を能率よく円滑に行なうことができる。

- 5 さらに、レーザ照射ヘッドは反射ミラーを回転させるミラー回転手段と反射ミラーと集光レンズの相対距離を移動調整させる距離調整手段を備えたので、集光レンズと反射ミラー間の距離を調整して施工対象箇所にレーザ光の焦点が合うように容易に調整できる一方、反射ミラーをミラー回転手段で回転させることにより、施工対象箇所でのレーザ光照射
10 点を振って移動させ得るので、レーザ光照射による予防保全・補修作業を一層効率よくスムーズに行なうことができる。

- レーザ照射ヘッドは筒状のヘッド内導光部材を備え、このヘッド内導光部材内にレーザ光を気中伝送させて集光レンズに導くように照射ヘッド本体に取付けられたから、ヘッド内導光部材を集光レンズや反射ミラー
15 ーから独立して取付けることができ取付構造が簡素化される一方、ヘッド内導光部材や集光レンズ、反射ミラーの部品交換、メンテナンスを容易に行なうことができ、その結果レーザ照射ヘッドの信頼性を向上することができる。

- さらに、レーザ照射ヘッドはヘッド内導光部材をガラスで構成することにより、レーザ照射ヘッド内の取付け位置がずれた場合でも、受光したレーザ光をガラスの側面で反射し導光することができるので必ず集光
20 レンズに導くことが可能になり、その結果レーザ照射ヘッドの信頼性が向上し、さらに施工品質を向上させることができる。

- さらにまた、レーザ照射ヘッドは、照射ヘッド本体に直交する二軸廻
25 りに回転可能なジンバル機構を備え、このジンバル機構の内側フレームにヘッド内導光部材を取付けたので、原子炉内構造物の設置面の凹凸を

吸収してレーザ照射ヘッドを安定的に設置し、ヘッド内導光部材を安定的に支持させることができる。

また、レーザ照射ヘッドは、ヘッド内導光部材から集光レンズに至る光路および集光レンズから反射ミラーに至る光路を周囲環境に露出させ、
5 空間伝送路を構成したので、ヘッド内導光部材、集光レンズおよび反射ミラーをレーザ照射ヘッドに独立させて設置でき、各光路に固定導光パイプを用いる必要がないのでレーザ光の導光断面積を広くとることができて、導光の信頼性が向上し施工品質を向上させることができる。

一方、本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置においては、
10 原子炉炉心部に設置される本体位置決め装置と、この本体位置決め装置に収納されたレーザ照射ヘッドを施工対象箇所付近に張り出させるヘッド進退機構と、原子炉内に導かれたレーザ光をレーザ照射ヘッドに導くレーザ光伝送手段とを備えたので、この原子炉内構造物の予防保全・補修装置により予防保全・補修作業を遠隔操作で行なうことが可能になり、
15 作業効率を向上させ省力化することができる。

また、原子炉内構造物の予防保全・補修装置は、請求項1乃至5に記載のレーザ照射ヘッドを備えているので、原子炉内構造物の狭隘部、例えばシュラウド内壁と炉心支持板に挟まれた円筒状の狭隘な隙間内でレーザ光を照射して各種の作業を遠隔で行なうことが可能になるので、作
20 業効率を向上させ省力化することができる。

さらに、原子炉内構造物の予防保全・補修装置は、本体位置決め装置の細長い本体ケース内にレーザ照射ヘッドおよびレーザ光伝送手段を出し入れ可能に収納させ、収納状態で本体位置決め装置を上部格子板の格子を通して吊り込むようにしたので、本体位置決め装置を上部格子板を
25 通して吊り降ろし、制御棒案内管上に安定的にスムーズに設置させることができる。

また、原子炉内構造物の予防保全・補修装置は、本体位置決め装置の上部を上部格子板に固定させるクランプ装置と、本体ケースに収納されたレーザ照射ヘッドの張出し方向を定める旋回装置と、レーザ照射ヘッドおよびレーザ光伝送手段を施工対象部へ張り出させるヘッド進退機構と、ヘッド進退機構を支持する本体ベースを本体ケース内で昇降させるベース昇降装置とを備えたので、レーザ照射ヘッドの移動、位置決め作業を、簡素な本体位置決め装置により、遠隔で行なうことが可能になるので、作業効率を向上させ省力化することができる。

また、本発明に係る光伝送装置は、光伝送手段の光伝送路を伝送される光の光軸と同軸の方向に向けて設置された電子光学撮像手段と、この電子光学撮像手段からの画像情報を演算処理し、正規位置からの前記ミラーの角度ずれ量を測定する画像処理装置と、前記ミラーの角度ずれ量を入力し、前記ミラー調整装置を駆動させる制御装置とを備えたので、C C Dカメラ等の電子機器を光伝送路中に設置する必要がなく、放射線の強い環境などにおいても、遠隔で光軸調整することが可能となる。また、光伝送路の途中にC C Dカメラ等の電子光学撮像手段を設置することなく、電子光学撮像手段で光伝送路を遠隔調整することが可能になる。また、画像処理装置を備えているため、電子光学撮像手段で撮影した画像を基にミラーのずれ量を自動的に測定して、ミラーを自動調整することが可能になる。

また、本発明に係る光伝送装置においては、光伝送手段の光伝送路を導光筒、導光管等の導光シールド筒で覆設し、導光シールド筒の途中にミラーが1枚以上配置されたので、複雑な光伝送路をミラーの組合せで構成して、シールド筒内で気中伝送させることができ、光伝送を周囲の影響、例えば空気の揺らぎの影響を受けることなく効率よく行なうことができる。

さらに、本発明に係る光伝送装置においては、光伝送手段は、ミラーの近傍に画像処理用ターゲットをそれぞれ設置し、上記ターゲットに光通過孔を形成したので、光伝送路中のミラーを遠隔調整する際に、調整して伝送すべき位置を明確にできるとともに、画像処理における処理内容の簡便化を図ることができる。

また、本発明に係る光伝送装置においては、画像処理用ターゲットは、光伝送路を横断するように設置される一方、各ターゲットをそれぞれ異なった形状に構成したので、ターゲットの形によって、現在調整対象としている光軸上のミラーとターゲットの位置を明確に判断して、調整すべき位置の判断を簡便にし、さらに、ミラーのずれ量を正確に測定することが可能になる。

またさらに、本発明に係る光伝送装置においては、光伝送手段は、ミラーまたは画像処理用ターゲットの近傍を照明可能な照明装置を備えたので、現在調整の対象としているとターゲットの位置を別のミラーやターゲットの画像と、さらに明確に分離することができるため調整位置の判断を簡便にし、さらに、ミラーのずれ量を正確に測定することが可能になる。

さらに、本発明に係る光伝送装置においては、ミラー調整装置は、ステッピングモータ駆動方式またはサーボモータ駆動方式の自動ミラー装置で構成したので、画像処理情報を基にミラーを駆動する際に、駆動すべき量に応じて正確に自動調整ミラーを駆動することができ、同じミラーに対して何度も繰り返して調整することなく、一度にミラー調整できるため、より早い光軸調整が可能になる。

さらにまた、本発明に係る光伝送装置においては、画像処理装置は、予め登録された画像パターンとミラー調整時に撮影した画像とを比較し、撮影画像の位置ずれ量を検出可能なパターンマッチング装置を備えたの

へ、パターンマッチング処理装置を用いることにより、現在調整対象のターゲットの形状と位置ずれを、一度調整されているときに予め登録したパターンを元に簡便に評価することが可能になり、光軸調整の速度および精度を向上させることができるとともに、画像処理装置の誤った認識結果によって、装置が誤動作する頻度を少なくすることが可能になる。

一方、本発明に係る光伝送装置においては、光伝送手段により構成される光伝送路上の一部のミラーをハーフミラーあるいは波長分離ミラーで構成し、上記ハーフミラーあるいは波長分離ミラーで分けられた光が到達するサンプリング光路上に設置された光位置検出装置と、この光位置検出装置から出力される光位置ずれ情報を演算処理し、光位置ずれ量を解消させる方向にミラー調整装置を駆動させる制御装置を備えたので、CCDカメラを利用したミラーの位置ずれ測定より精度を高くすることができ、位置測定の速度もCCDカメラによる場合よりも格段に早くできるため、機器の振動によって光軸がぶれてしまうような場合においても、光軸ずれをキャンセルする方向にミラーを駆動させることで、振動の影響をなくすることが可能になる。

また、本発明に係る光伝送装置においては、光伝送路にガイド用レーザー光を入射させる1種類以上のガイドレーザー装置を備えたので、伝送される光がパルスレーザーのような繰返し変動要素を持つような場合においても、光軸調整用ガイドレーザー装置から出射されるビームを基準にして光路（光軸）調整をすることができ、安定した光伝送が可能になる。

他方、本発明に係る光伝送装置においては、ミラーを組み合わせる光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝送手段を構成する少なくとも1個のミラーの傾き角度を制御するミラー調整装置とを備えた光伝送装置において、対象物の加工、検査、予防保全あるいは補修用レーザー光を出力するメインレーザー装置と、上記メインレーザー光とは異なるガイドレー

ザ光を出力するガイドレーザ装置と、このガイドレーザ装置からのガイドレーザ光を前記光伝送路に案内するハーフミラーガイド手段と、上記光伝送路の途中に設けられたサンプリング分離ミラー手段と、この分離ミラー手段で分離された光路上に設置された平行反射光学手段と、この
5 平行反射光学手段からの反射光がハーフミラーガイド手段を介して入射される光位置検出装置と、この光位置検出装置で検出された光の位置ずれ情報を入力して演算処理し、前記ミラー調整装置を駆動させる制御装置とを有することにより、光伝送路中に光位置検出装置のような電子部品を設置することなく光の位置ずれ量を測定することが可能になり、煩
10 雑な配線が不要になるばかりでなく、放射線の強い環境などにおいても適用することが可能になる。

また、本発明に係る光伝送装置においては、ミラーを組み合わせる光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝送手段を構成する少なくとも1個のミラーの傾き角度を制御するミラー調整装置とを備えた光伝送装置
15 において、対象物の加工、検査、予防保全あるいは補修用レーザ光を出力するメインレーザ装置と、上記メインレーザ光とは異なる無偏光あるいは円偏光のガイドレーザ光を出力するガイドレーザ装置と、このガイドレーザ装置からのガイドレーザ光を前記光伝送路に案内するハーフミラーガイド手段と、光伝送路上で光軸方向に異なる2箇所に設けられた
20 サンプリング分離ミラー手段と、各サンプリング分離ミラー手段でそれぞれ分離された光路上に設けられた平行反射光学手段と、上記両平行反射光学手段の一方の分離光路上に設けられた偏光光学手段と、前記各平行反射光学手段からの反射光がハーフミラーガイド手段を通して案内される分離用偏光光学手段と、この分離用平行光学手段で分離された各反
25 射光がそれぞれ入力される第1および第2の光位置検出装置と、両光位置検出装置で検出された光位置ずれ情報を入力して演算処理し、前記ミ

ラー調整装置を駆動させる制御装置とを有する構成としたので、ガイドレーザ光の偏光特性を利用することができ、1種類のガイドレーザ装置でビームの位置ずれを測定し制御する場所を2箇所設けることが可能になる。

- 5 さらに、本発明に係る光伝送装置においては、ミラーを組み合わせて光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝送手段を構成する少なくとも1個のミラーの傾き角度を制御するミラー調整装置とを備えた光伝送装置において、対象物の加工、検査、予防保全あるいは補修用レーザ光を出力するメインレーザ装置と、上記メインレーザ光とは波長を異にする
- 10 一方、発振波長を互いに異にするガイドレーザ光を出力する複数のガイドレーザ装置と、上記ガイドレーザ装置に対応して前記光伝送路上にそれぞれ設置された複数の波長分離ミラー手段と、これらの波長分離ミラー手段で分離されたガイドレーザ光の光路上にそれぞれ設置された平行反射光学手段と、上記各平行反射光学手段で反射されたガイドレーザ光
- 15 を波長毎に分離させて案内する反射光の波長分離ミラー手段と、波長分離ミラー手段で分離された各反射ガイドレーザ光を個別に入力させる複数の光位置検出装置と、各光位置検出装置で検出された光位置ずれ情報を入力して演算処理し、前記ミラー調整装置を駆動させる制御装置とを有する構成としたので、一部のミラーが回転間接部を構成する場合にも、
- 20 偏光を利用して光伝送路中2箇所でビームの位置ずれ量を調整する際に問題となる偏光の崩れの影響を考慮する必要がなく、複数箇所でのビームの位置ずれ測定を行う場合においても分離性能をよくして測定することができ、ビームの位置ずれ量を測定すべき点が3箇所以上ある場合においても、ガイドレーザ光の種類を増やすだけで対応することが可能になる。
- 25 なる。

さらにまた、本発明に係る光伝送装置においては、ミラー調整装置は、

応答特性の早い電気素子駆動あるいはガルバノメータ駆動の自動ミラー装置であり、光位置検出装置には、P S D (Position Sensitive Detectors) 素子あるいは分割型フォトダイオード素子を用いた光位置検出素子が用いられるため、光伝送装置が外部からのより高い周波数成分を持つ振動の影響を受ける場合にも、振動による光軸ずれの影響をなくすることが可能になる。

さらに、本発明に係る光伝送装置は、請求項10乃至16のいずれかに記載の光伝送装置に、請求項1乃至9のいずれかに記載の光伝送装置を組み合わせ構成されるので、光伝送路の大まかな粗調整から、微調整および振動の影響を除去することまで一貫して自動化することが可能になる。

一方、本発明に係る光伝送装置においては、レーザ照射装置はメインレーザ装置からのレーザ光が気中伝送にて案内される光伝送路の出射側にレーザ照射ヘッドを備え、このレーザ照射ヘッドから原子炉内構造物等の対象物にレーザ光を照射するように構成したので、メインレーザ装置を材料加工または検査を行う場所から離れた場所に設置した場合においてもレーザ光を用いて安定した加工や検査が可能になる。

他方、本発明に係る光伝送装置は、対象物の加工、検査、予防保全あるいは補修用レーザ光を出力するメインレーザ装置と、このメインレーザ装置から出力されるメインレーザ光を対象物に照射するレーザ照射装置と、上記メインレーザ装置からの出力レーザ光をレーザ照射装置に光伝送させる光伝送装置とを備え、上記光伝送装置に請求項17に記載の光伝送装置が用いられたので、原子炉内構造物の補修を行う際に、大出力のレーザ光を安定して伝送することができ、確実な施工ができる一方、同じ光伝送路を用いて、伝送位置をC C Dカメラ等の電子光学撮像手段で遠隔撮影することが可能になる。

また、本発明に係る光伝送装置の調整方法においては、ミラーを組み合わせた光伝送手段の光伝送路の光軸調整を行なう際、光伝送路の光軸上に向けて配置された電子光学撮像手段で調整対象の自動調整ミラーの下流側位置でミラー画像を観測し、観測されたミラー画像が中心に来るよう
5 うに自動調整ミラーのミラー角度調整を行ない、光伝送路に配置された光伝送路の自動調整ミラーを手前側から順次調整して全ミラー調整を行なうので、CCDカメラ等の電子機器を光伝送路中に設置する必要がなく、放射線の強い環境などにおいても、遠隔で光軸調整することが可能となる。また、光伝送路中のミラー所在点毎にCCDカメラを設置する
10 ことなく、一台のCCDカメラ等の電子光学撮像手段で遠隔調整することが可能になり、さらに、画像処理装置を備えているため、電子光学撮像手段で撮影した画像を基にミラーのずれ量を自動的に測定して、自動調整ミラーを自動的に調整することが可能になる。

また、本発明に係る光伝送装置の調整方法においては、自動調整ミラー
15 を備えた光伝送路にその光軸調整用ガイドレーザ装置から出力されるガイドレーザ光を案内し、上記光伝送路を伝送されるガイドレーザ光を平行反射光学手段で平行に反射させて光位置検出装置に入射させ、上記光位置検出装置で光位置のずれ量を検出して光位置ずれ量が解消あるいは最小となるように制御装置によりミラー調整装置を作動制御し、自動
20 調整ミラーをフィードバック制御してミラー角度調整を行なうので、CCDカメラを利用したミラーの位置ずれ測定より精度を高くすることができ、位置測定の手数もCCDカメラによる場合よりも格段に早くできるため、機器の振動によって光軸がぶれる場合においても、光軸ずれをキャンセルする方向にミラーを迅速に駆動して、振動の影響をなくすこ
25 とが可能になる。

さらに、本発明に係る光伝送装置の調整方法においては、自動調整ミ

ラーを備えた光伝送路の光軸調整を行なう際、電子光学撮像手段で調整対象の自動調整ミラーの下流側位置でミラー画像が画像中心に来るように自動調整ミラーを順次角度調整して光伝送路の粗調整を行ない、次に、光位置検出装置で検出される光位置のずれ量が解消あるいは最小にする
5 ように自動調整ミラーをフィードバック制御して光伝送路の微調整および外部振動の影響を補正するので、原子炉内構造物の補修を行う際に、大出力のレーザー光を安定して伝送することができ、さらに、同じ伝送光路を用いて、伝送位置をCCDカメラ等の電子光学撮像手段で遠隔撮影することが可能になる。

10 また本発明によれば、レーザー光の伝送経路を、多段式の長尺マストの導光管、シュラウド上部に設けられている上部格子板に設置した旋回台車および各種アニュラス用レーザー施工装置に3分割することで柔軟に対応可能となり、かつ、前記マスト部と旋回台車は共通使用が可能で、効率よく作業場所の変更、移動が可能となる効果がある。

15 また、システムの共用化が可能となるため、コストの大幅な低減を提供することが可能であり、レーザー光によるピーニングや溶接などの予防・保全、補修作業を、構造物の形状が複雑で、狭隘な空間であるアニュラス部への対応が容易となる。

さらに、本発明によれば、自動アライメントによる光路修正を行うこと
20 と、および反射ミラーを電動式とし、レトロリフレクタからの参照光により位置ずれを自動判定できるようにしたことによって、従来長距離の伝送が困難と言われていた導光管方式を実現できるようにしている。

また、このレーザー光伝送のシステムは、旋回台車にオプションの反射ミラーの中継ボックスを設置することで、シュラウド内施工装置にも
25 応用することが可能である。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明のレーザ照射ヘッドに依れば、施行対象箇所が狭隘な場所であっても容易に出入れ可能な構成としたため、レーザ光による予防保全・補修作業を効率的に行うようにしたもので、特に、

5 原子炉内構造物であるシュラウド内壁分と炉心支持板との間の狭い部の予防保全および補修作業を遠隔操作により自動的に且つ安定的にレーザ光を用いて水中環境下で効率よく能率的に行うようにしたものであり、従来の方式に比べて、構成上、操作上、さらには操作者の安全対策上多大

10 の利点と効果があり、産業上の利用を大とするものである。

15

20

25

請 求 の 範 囲

- 5 1. レーザ装置から出力されたレーザ光を施工対象箇所に照射するレーザ照射ヘッドにおいて、上記レーザ光を導光させるヘッド内導光部材を備えた照射ヘッド本体と、上記ヘッド内導光部材からのレーザ光を集光させる集光レンズと、集光されたレーザ光を施工対象箇所に照射させる反射ミラーと、この反射ミラーをレーザ光軸廻りに回転可能に保持するミラー回転手段と、上記反射ミラーと集光レンズの相対距離を調整する距離調整手段と、上記反射ミラーと集光レンズの相対距離を保持してレーザ光軸方向に移動させる移動手段とを備え、前記ヘッド内導光部材、集光レンズおよび反射ミラーを狭隘な隙間に形成される施工対象箇所に入出力可能に構成したことを特徴とするレーザ照射ヘッド。
- 10 15
- 20 2. 前記照射ヘッド本体に偏平で細長い昇降サポート機構をフレーム昇降装置でスライド昇降自在に設け、上記昇降サポート機構に集光レンズおよび反射ミラーで構成される照射走査光学系を取付ける一方、前記フレーム昇降装置は集光レンズと反射ミラーの相対距離を保って移動させる移動手段を構成した請求の範囲第1項に記載のレーザ照射ヘッド。
- 25 3. 前記ヘッド内導光部材は、筒状部材とこの筒状部材の筒内を気中に保つ光学部材とを有し、上記ヘッド内導光部材はレーザ光を集光レンズに導くように、照射ヘッド本体に取付けられた請求項1に記載のレーザ照射ヘッド。

4. 前記ヘッド内導光部材は、ガラスで構成され、集光レンズにレーザー光を導くように設けられた請求の範囲第1項に記載のレーザー照射ヘッド。

5

5. 前記ヘッド内導光部材から集光レンズに至る光路、および上記集光レンズから反射ミラーに至る光路を周囲環境に露出させ、上記光路は周囲環境による空間伝送路に構成された請求の範囲第1項に記載のレーザー照射ヘッド。

10

6. レーザ光を出力させるレーザー装置と、このレーザー装置からのレーザー光を原子炉内に導くレーザー導光手段と、原子炉内に導かれたレーザー光を原子炉内構造物の施工対象箇所に照射させるレーザー照射ヘッドとを備えた原子炉内構造物の予防保全・補修装置において、前記原子炉内に吊り込まれて炉心部に設置される本体位置決め装置と、この本体位置決め装置内に収納されたレーザー照射ヘッドを施工対象箇所付近に進退自在に張り出させて設置するヘッド進退機構と、原子炉内に導かれたレーザー光を受光してレーザー照射ヘッドに導くレーザー光伝送手段とを備え、前記レーザー照射ヘッドはシュラウド内側壁の施工対象に向けて張り出されて位置決めされたことを特徴とする原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

20

7. 前記本体位置決め装置は、細長い筒状本体ケースを備え、この本体ケース内にレーザー照射ヘッドおよびレーザー光伝送手段が出し入れ可能に収納され、収納状態で本体位置決め装置は上部格子板の格子を通して吊り込まれ、制御棒案内管上に設置された請求の範囲第6項に記載

25

の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

8. 前記本体位置決め装置は上部を上部格子板に固定させるクランプ装置と、本体ケース内に収納されたレーザ照射ヘッドの張出し方向を定める旋回装置と、レーザ照射ヘッドおよびレーザ光伝送手段を施工対象へ張り出させるヘッド進退機構と、このヘッド進退機構を支持する本体ベースを本体ケース内で昇降させるベース昇降装置とを備えた請求の範囲第6項に記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。
9. 前記レーザ光伝送手段は、原子炉内の水中環境下でレーザ光を受けてレーザ照射ヘッドに気中伝送される可動の伝送路を構成した請求の範囲第6項に記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。
10. ミラーを組み合わせて光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝送手段を構成する少なくとも1個のミラーの傾き角度を制御するミラー調整装置とを備えた光伝送装置において、前記光伝送路を伝送される光の光軸と同軸の方向に向けて設置された電子光学撮像手段と、この電子光学撮像手段からの画像情報を演算処理し、正規位置からの前記ミラーの角度ずれ量を測定する画像処理装置と、前記ミラーの角度ずれ量を入力し、前記ミラー調整装置を駆動させる制御装置とを備えたことを特徴とする光伝送装置。
11. 光伝送手段は、ミラーの近傍に画像処理用ターゲットをそれぞれ設置し、上記ターゲットに光通過孔を形成した請求の範囲第10項に記載の光伝送装置。

- 1 2. 前記光伝送手段は、ミラーまたは画像処理用ターゲットの近傍を照明可能な照明装置を備えた請求の範囲第 1 0 項または 1 1 項に記載の光伝送装置。
- 5 1 3. 前記画像処理装置は、予め登録された画像パターンとミラー調整時に撮影した画像とを比較し、撮影画像の位置ずれ量を検出可能なパターンマッチング装置を備えた請求の範囲第 1 0 項に記載の光伝送装置。
- 10 1 4. ミラーを組み合わせて光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝送手段を構成するミラーの傾き角度を制御するミラー調整装置とを備えた光伝送装置において、前記光伝送路上の一部のミラーをハーフミラーあるいは波長分離ミラーで構成し、上記ハーフミラーあるいは波長分離ミラーで分けられた光が到達するサンプリング光路上に設置された光位置検出装置と、この光位置検出装置から出力される光位置ずれ情報を演算処理し、光位置ずれ量を解消させる方向にミラー調整装置を駆動させる制御装置を備えたことを特徴とする光伝送装置。
- 15 1 5. 前記光伝送路にガイド用レーザ光を入射させる 1 種類以上のガイドレーザ装置を備えた請求の範囲第 1 4 項に記載の光伝送装置。
- 20 1 6. ミラーを組み合わせて光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝送手段を構成する少なくとも 1 個のミラーの傾き角度を制御するミラー調整装置とを備えた光伝送装置において、対象物の加工、検査、予防保全あるいは補修用レーザ光を出力するメインレーザ装置と、上記メインレーザ光とは異なるガイドレーザ光を出力するガイドレーザ装
- 25

置と、このガイドレーザ装置からのガイドレーザ光を前記光伝送路に案内するハーフミラーガイド手段と、上記光伝送路の途中に設けられたサンプリング分離ミラー手段と、この分離ミラー手段で分離された光路上に設置された平行反射光学手段と、この平行反射光学手段からの反射光がハーフミラーガイド手段を介して入射される光位置検出装置と、この光位置検出装置で検出された光の位置ずれ情報を入力して演算処理し、前記ミラー調整装置を駆動させる制御装置とを有することを特徴とする光伝送装置。

- 10 17. ミラーを組み合わせて光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝送手段を構成する少なくとも1個のミラーの傾き角度を制御するミラー調整装置とを備えた光伝送装置において、対象物の加工、検査、予防保全あるいは補修用レーザ光を出力するメインレーザ装置と、上記
- 15 メインレーザ光とは異なる無偏光あるいは円偏光のガイドレーザ光を出力するガイドレーザ装置と、このガイドレーザ装置からのガイドレーザ光を前記光伝送路に案内するハーフミラーガイド手段と、光伝送路上で光軸方向に異なる2箇所に設けられたサンプリング分離ミラー手段と、各サンプリング分離ミラー手段でそれぞれ分離された光路上に設けられた平行反射光学手段と、上記両平行反射光学手段の一方の
- 20 分離光路上に設けられた偏光光学手段と、前記各平行反射光学手段からの反射光がハーフミラーガイド手段を通して案内される分離用偏光光学手段と、この分離用平行光学手段で分離された各反射光がそれぞれ入力される第1および第2の光位置検出装置と、両光位置検出装置で検出された光位置ずれ情報を入力して演算処理し、前記ミラー調整
- 25 装置を駆動させる制御装置とを有することを特徴とする光伝送装置。

- 1 8. ミラーを組み合わせて光伝送路を構成する光伝送手段と、この光伝送手段を構成する少なくとも1個のミラーの傾き角度を制御するミラー調整装置とを備えた光伝送装置において、対象物の加工、検査、予防保全あるいは補修用レーザ光を出力するメインレーザ装置と、上記
- 5 メインレーザ光とは波長を異にする一方、発振波長を互いに異にするガイドレーザ光を出力する複数のガイドレーザ装置と、上記ガイドレーザ装置に対応して前記光伝送路上にそれぞれ設置された複数の波長分離ミラー手段と、これらの波長分離ミラー手段で分離されたガイドレーザ光の光路上にそれぞれ設置された平行反射光学手段と、上記各
- 10 平行反射光学手段で反射されたガイドレーザ光を波長毎に分離させて案内する反射光の波長分離ミラー手段と、波長分離ミラー手段で分離された各反射ガイドレーザ光を個別に入力させる複数の光位置検出装置と、各光位置検出装置で検出された光位置ずれ情報を入力して演算処理し、前記ミラー調整装置を駆動させる制御装置とを有することを
- 15 特徴とする光伝送装置。
- 1 9. ミラーを組み合わせた光伝送路の光源側光軸の延長線上に電子光学撮像手段を設け、この電子光学撮像手段で光源側の第1自動調整ミラーを通した画像処理用ターゲットのミラー画像を観測し、観測されるミラー画像が中心に来るように第1自動調整ミラーを調整し、第1
- 20 自動調整ミラー調整後、同様なミラー調整方法で順次自動調整ミラーを調整して前記光伝送路の光軸調整を行なうことを特徴とする光伝送装置の調整方法。
- 25 2 0. ミラーを組み合わせた光伝送路の光源側光軸の延長線上に光位置検出装置を設置する一方、上記光伝送路の途中あるいはレーザ照射へ

5 ッド側に平行反射光学手段を設置し、上記光伝送路の光源側から入射されたガイド光の平行反射光学手段からの反射光を光位置検出装置で検出し、光位置検出装置で検出された光位置ずれ量がなくなるように自動調整ミラーのミラー角度調整をフィードバック制御することを特徴とする光伝送装置の調整方法。

10 2 1. ミラーを組み合わせた光伝送路の光源側光軸の延長線上に電子光学撮像手段を設け、この電子光学撮像手段で光源側の第1自動調整ミラーを通した画像処理用ターゲットのミラー画像を観測し、観測されるミラー画像が画像中心に来るように第1自動調整ミラーを調整し、この第1自動調整ミラーの調整後同様なミラー調整方法で光伝送路の自動調整ミラーを順次調整して光伝送路の粗調整を行ない、この光伝送路の粗調整後に、前記光伝送路の光源側光軸の延長線上に設けた光位置検出装置と上記光伝送路の途中あるいはレーザ照射ヘッド側に設けた平行反射光学手段を用いて光伝送路の微調整を行ない、この微調整作業は、光伝送路の光源から入射されたガイド光の平行反射光学手段からの反射光を光位置検出装置で検出し、光位置検出装置で検出された光位置ずれ量がなくなるように自動調整ミラーのミラー角度調整をフィードバック制御して光伝送路の微調整および外部振動の影響を補正することを特徴とする光伝送装置の調整方法。

15 20

25 2 2. レーザー発振器と、原子炉圧力容器内のほぼ中心に回転自在な旋回機能を有する旋回台車と、この旋回台車に搭載された水平導光管と、この水平導光管の一端と前記レーザー発振器のレーザー投射口とを接続するように構成された少なくとも1個の導光管と、この導光管と前記水平導光管または導光管同士を接続しかつ反射角度修正用のアライ

メント機構を有する少なくとも1個の反射ミラーボックスと、前記水平導光管に接続するレーザー施工装置とを具備し、前記導光管と前記反射ミラーボックスとの接続分および前記水平導光管と前記レーザー施工装置の接続部の一部または全てを透明体で仕切ることを特徴とする請求項33記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

23. 前記旋回台車に搭載された水平導光管、およびレーザー施工装置の各導光管結合部の端面は、各々平板ガラスで仕切られて単独に閉空間を維持しており、かつ、その前記平板ガラスの液面側を吹き付けるように少なくとも1つの水ノズルが固定されていることを特徴とする請求の範囲第22項に記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

24. 前記導光管マスト、水平導光管およびレーザー施工装置の各結合部の端面は、各々平板ガラスで仕切られて単独に閉空間を維持しており、前記各々の結合部には空圧チューブが接続されており、空圧チューブの末端は乾き空気源、窒素ガス源または不活性ガス源に接続してなることを特徴とする請求の範囲第22項に記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

25. 前記旋回台車は、リンク、液圧ピストンおよびパッドから構成される旋回台車クランプ機構と、この旋回台車クランプ機構をベースに前記原子炉圧力容器の中心に前記旋回台車全体を旋回可能とする回転軸受け、旋回モータ、旋回車輪とを有する旋回機構と、この旋回機構上に設けられ前記水平導光管を伸縮自在とするためのリニアガイド、ボールネジ、ギヤ、サーボモータとを有するスライド機構を有する水平導光管とを備えてなることを特徴とする請求の範囲第22項に記載

の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

26. 前記レーザー施工装置は前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続された前記水平導光管からのレーザー光を伝送する伸縮自在な導光管と、この導光管の先端に配置されたレーザー投射ヘッドと、このレーザー投射ヘッドを前記原子炉圧力容器内に設置されたジェットポンプディフューザの任意の高さの位置において軸中心に固定する固定部とからなることを特徴とする請求の範囲第22項に記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

27. 前記レーザー施工装置は、前記旋回台車に搭載された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続され前記ディフューザ上端部に着座可能な寸法形状を有する前記水平導光管からのレーザー光を伝送する回転式導光管と、その下端内部には遠隔着脱可能な施工アーム用接続部と、この接続部に対し前記原子炉圧力容器内遠隔で着脱し前記ディフューザ外面のレーザー照射施工を可能とする施工アームとからなることを特徴とする請求の範囲第22項に記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

28. 前記レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続された導光管マストと、液圧ピストンおよび平行リンク機構とからなる前記シュラウド中間部胴回り込み機構と、前記ジェットポンプと前記シュラウド胴の外壁とに挟まれた空間を通過可能な形状を有した挿入マストとレーザー投射ヘッドとからなることを特徴とする請

求の範囲第22項に記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

29. 前記レーザー投射ヘッドは、集光レンズユニット、スキャン用反射ミラーまたはプリズム、水平スキャン機構、揺動スキャン機構、ステップ直動機構、焦点距離調整機構、施工面ごみ除去装置、少なくとも1つの小型マイクロフォン、ハーフミラーとレトロリフレクタ、監視用カメラから構成され、前記レーザー投射ヘッドの光学系の構成は、前記ヘッドに接続した導光管からのレーザー光が蛇腹管を通過して前記ハーフミラーに入り、このハーフミラーで、レトロリフレクタ側と集光レンズ側とに分光され、前記レトロリフレクタ側のレーザー光は偏光フィルターで偏光された後、再び前記ハーフミラーに戻り前記レーザー発振器側に戻り、前記集光レンズ側のレーザー光は、蛇腹管、集光レンズを通過後、仕切りの平板ガラスを通過して水中に入り、さらにスキャン用反射ミラーで反射し、施工対象物に向け投射され、また、その駆動機構は、ヘッドの光学系全体が上下にステップ移動可能なようにリニアガイド、ボールネジ、ギヤ、回転アクチュエータから構成される前記ステップ直動機構と、焦点距離が遠隔で増減調整可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータから構成される焦点距離調整機構付き集光レンズユニットと、反射ミラーがレーザー入射光の光軸廻りに揺動回転可能なように軸受け、ギヤ、回転アクチュエータから構成される揺動スキャン機構、さらに集光レンズユニットと揺動スキャン機構全体が左右にステップ移動可能なように構成されるリニアガイド、ボールネジ、ギヤ、回転アクチュエータから構成される水平スキャン機構とによって構成されていることを特徴とする請求の範囲第26項または28項に記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

30. 前記レーザー投射ヘッドは、主に集光レンズユニット、スキャン用反射ミラーまたはプリズム、揺動スキャン機構、伸縮導光管機構、焦点距離調整機構、施工面ごみ除去装置、少なくとも1つの小型マイクロフォン、監視用カメラから構成され、前記レーザー投射ヘッドの光学系の構成は前記ヘッドの接続した導光管からのレーザー光は、最初に2つの平板ガラスに仕切られた中空ピストン状の伸縮導光管機構を通過して、集光レンズユニットに入り、仕切りの平板ガラスを通過して水中に入り、さらにスキャン用反射ミラーで反射し、施工対象物に向け投射され、その駆動機構はヘッドの光学系全体が上下にステップ伸縮可能なように2つの平板ガラス、リニアポジションセンサ、リング、ピストン機構、復帰バネ、空圧チューブなどから構成される前記伸縮導光管機構と、焦点距離が遠隔で増減調整可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータなどから構成される焦点距離調整機構付き集光レンズユニットと、反射ミラーがレーザー入射光の光軸と直角でかつミラー面を含む軸方向に揺動回転走査可能なように軸受け、回転アクチュエータ、角度検出センサなどから構成される揺動スキャン機構とであることを特徴とする請求の範囲第26項または28項に記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。
31. 前記レーザー投射ヘッドは、主に集光レンズユニット、集光レンズ回転機構、スキャン用反射ミラーまたはプリズム、伸縮導光管機構、焦点距離調整機構、揺動スキャン機構、施工面ごみ除去装置、少なくとも1つの小型マイクロフォン、監視用カメラから構成され、前記レーザー投射ヘッドの光学系の構成は前記ヘッドを接続した導光管からのレーザー光は、最初に2つの平板ガラスに仕切られた中空ピストン状の伸縮導光管機構を通過して、焦点位置が横に偏光するように集光

レンズの光軸を入光軸に対し若干ずらして整形、組立てられた集光レンズユニットに入り、仕切りの平板ガラスを通過して水中に入り、さらにスキャン用反射ミラーで反射し、施工対象物に向け投射され、その駆動機構は前記ヘッドの光学系全体が上下にステップ伸縮可能なよう

5 うに2つの平板ガラス、リニアポジションセンサ、Oリング、ピストン機構、復帰バネ、空圧チューブから構成される前記伸縮導光管機構と、焦点距離が遠隔で増減調整可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータから構成される焦点距離調整機構付き集光レンズユニットと、前記集光レンズユニット全体がレーザー光軸廻りに回転可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータから構成される集光レンズ回転機構と、

10 反射ミラーが前記集光レンズ回転機構の回転軸と同軸廻りに回転走査可能とする回転軸、回転アクチュエータから構成される揺動スキャン機構とであることを特徴とする請求の範囲第26項または28項に記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

15

32. 前記レーザー施工装置には前記レーザー施工装置の先端付近にスクリュウとモータから構成される水中プロペラを備え、この水中プロペラの推進力により前記レーザー施工装置に加わる外力、水の流れまたは前記の施工面ごみ除去装置の反力を押え、レーザー投射ヘッドを

20 施工場所において静定させる力を得ることを特徴とする請求の範囲第22項に記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

33. 耐水圧容器に封入したレーザー発振器と、この耐水圧容器に接続し少なくとも1個のミラーから構成される角度修正用アライメント機構を有する反射ミラーボックスと、この反射ミラーボックスに接続した水平導光管と、この水平導光管を搭載し原子炉圧力容器内のほぼ中

25

心に回転自在な旋回機能を有する旋回台車と、前記水平導光管に接続するレーザー施工装置とを具備し、前記水平導光管と前記レーザー施工装置の接続部を透明体で仕切ることの特徴とする原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

5

3 4. 前記レーザー発振器は、前記旋回台車へ設置、組立て、あるいは分離ができるように位置決め機構を有し、かつ前記レーザー発振器と前記反射ミラーボックス間の接続部は透明体によって仕切ることの特徴とする請求の範囲第3 3項に記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

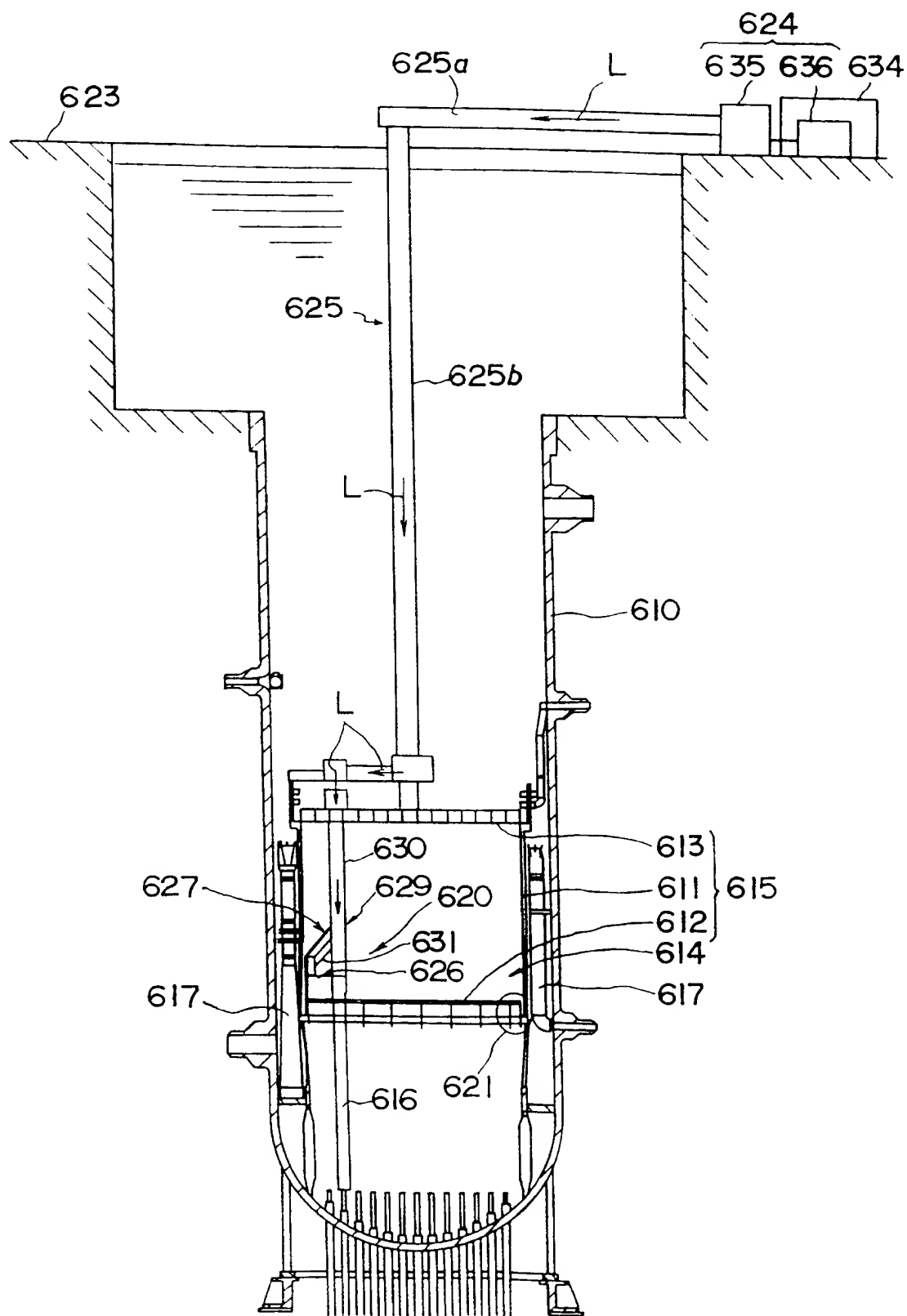
10

15

20

25

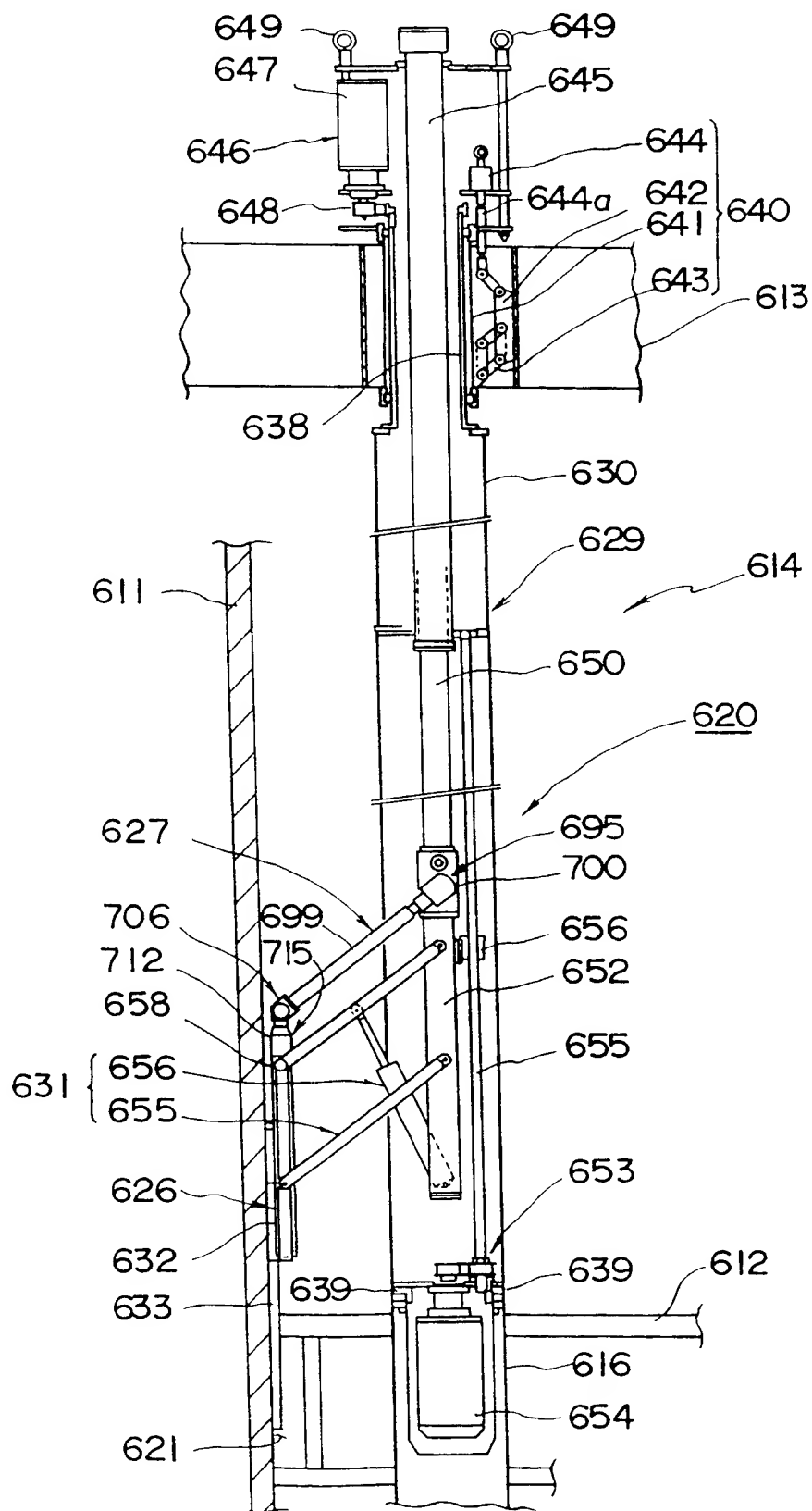
1 / 39



第 1 図

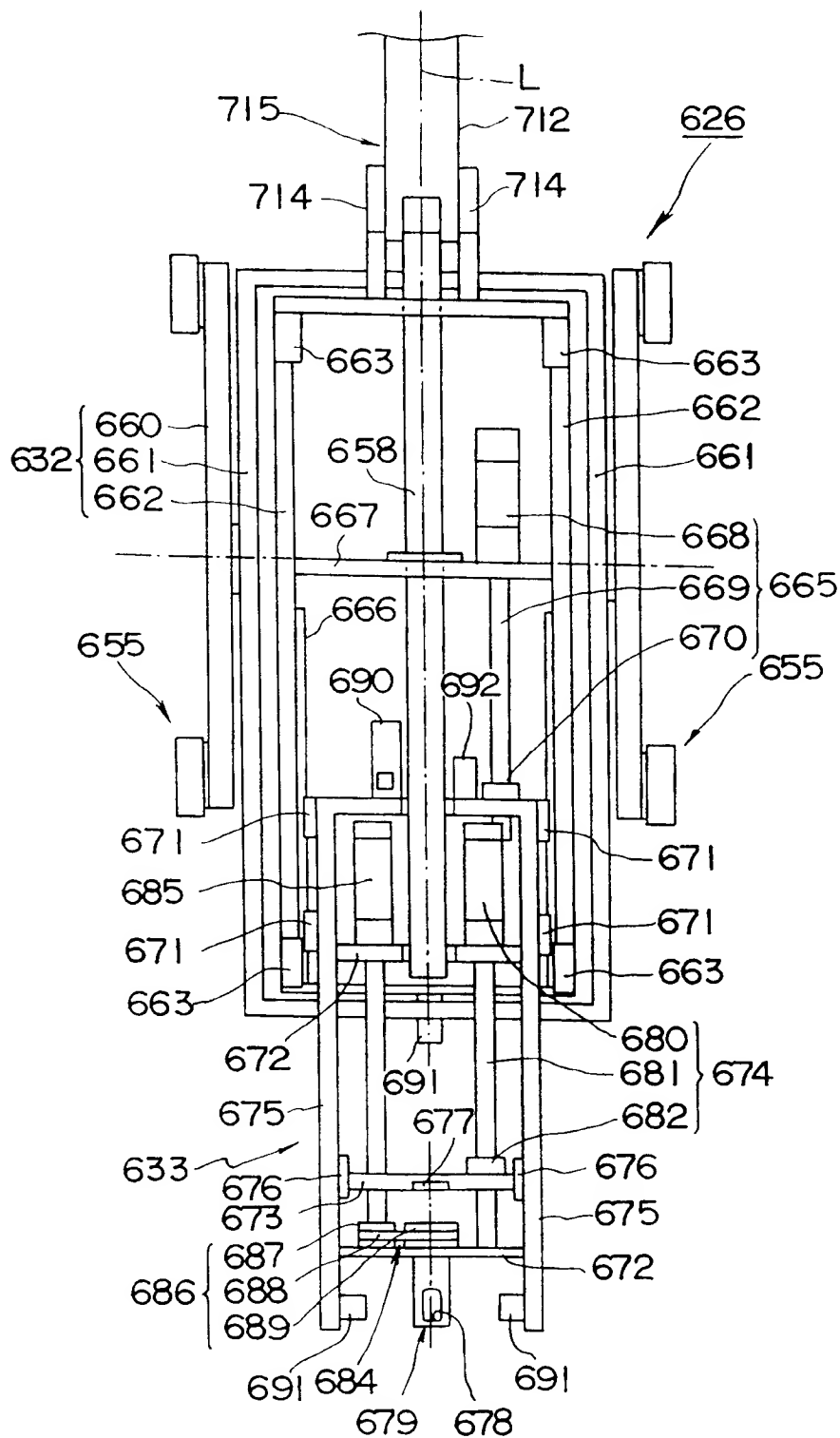


2/39



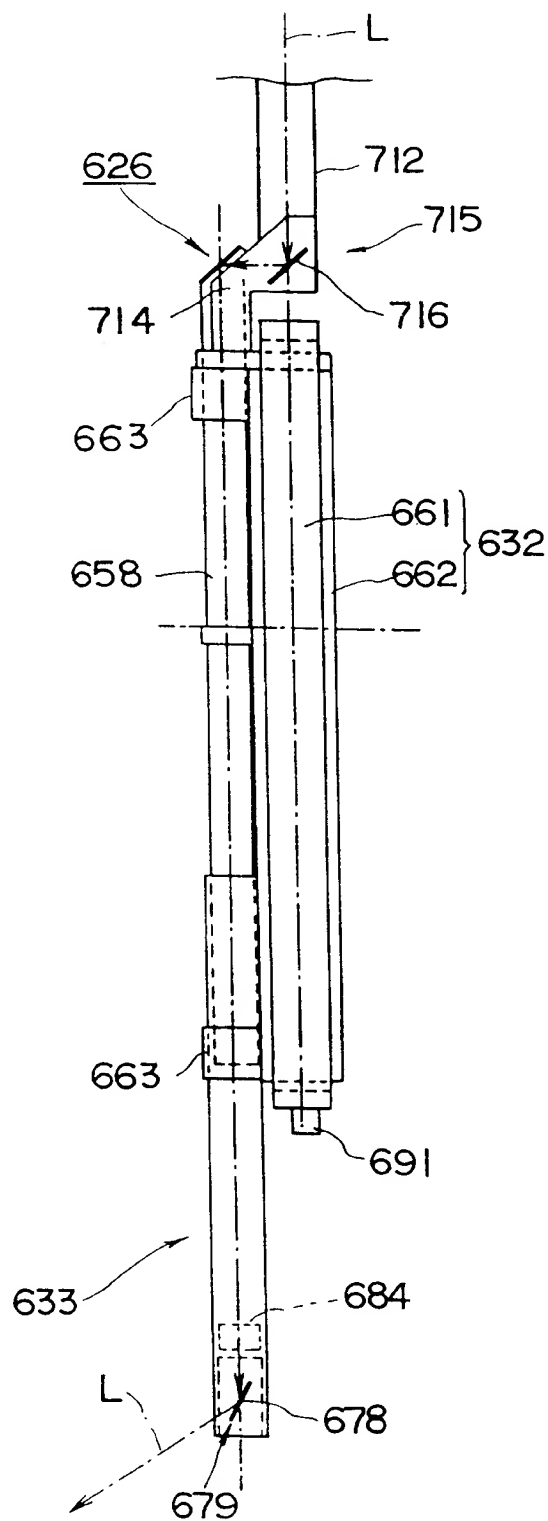
第 2 図





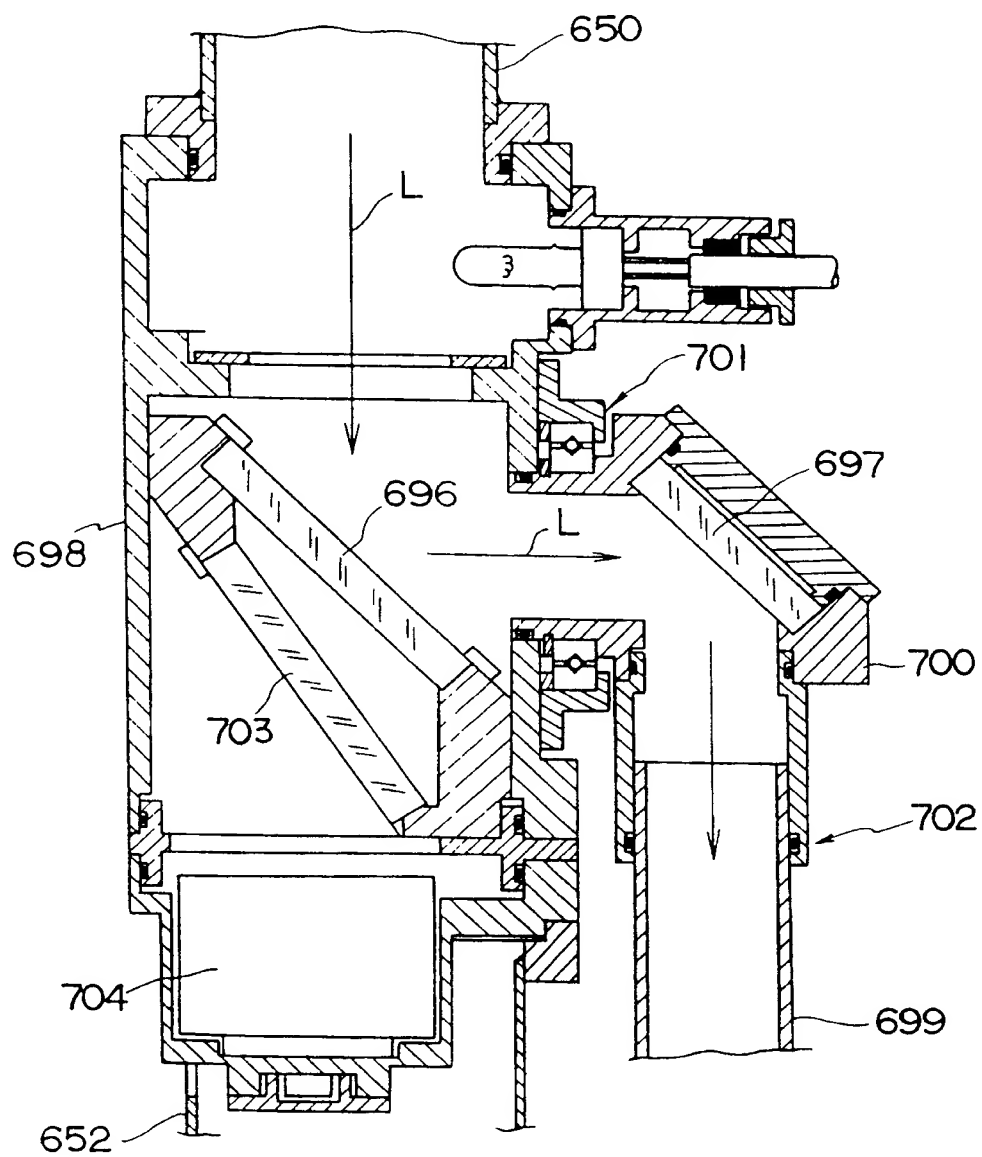
第 3 図





第 4 図

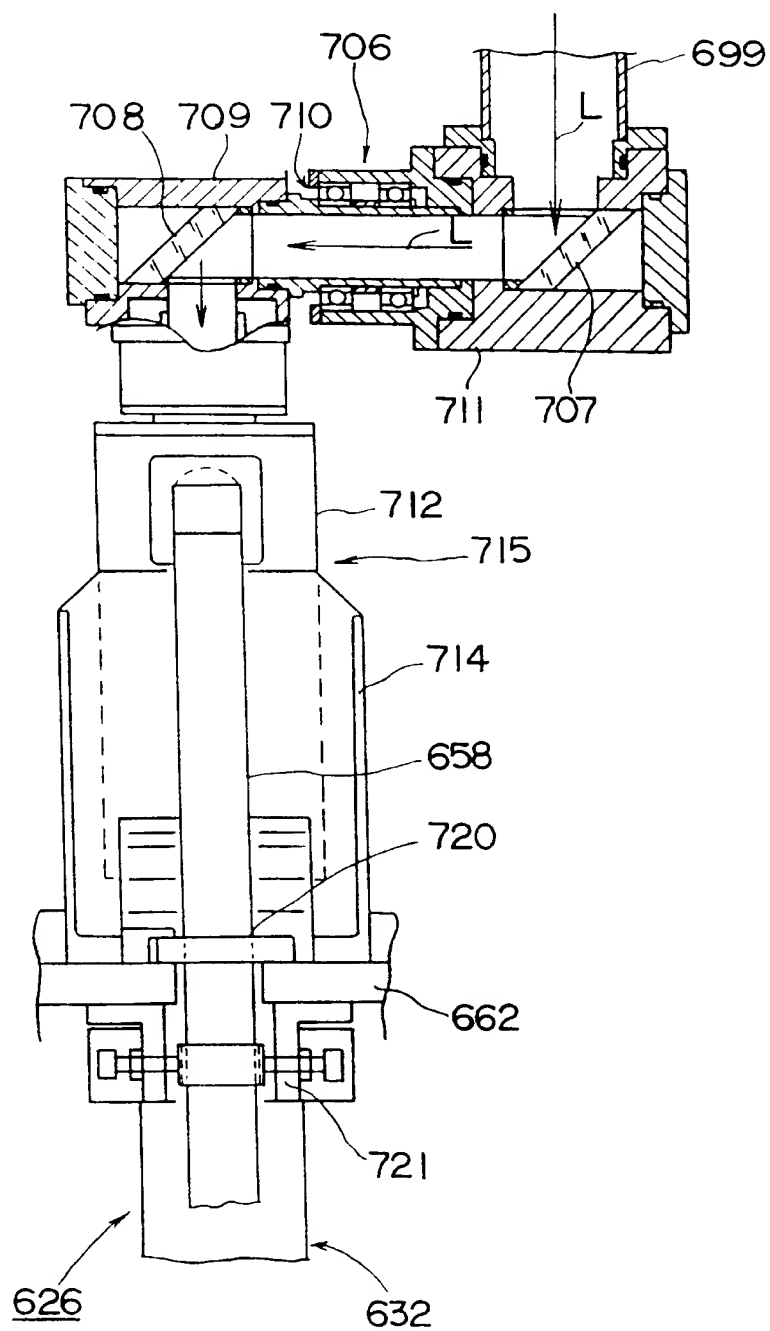




第 5 図



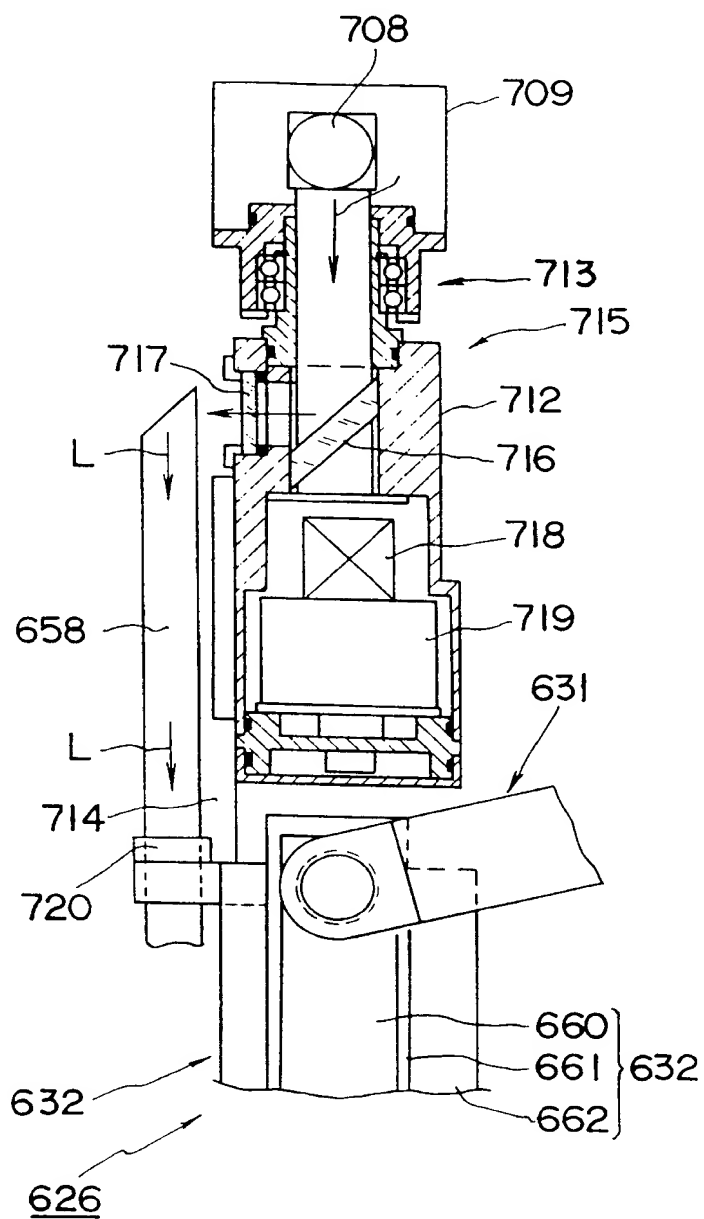
6 / 39



第 6 図



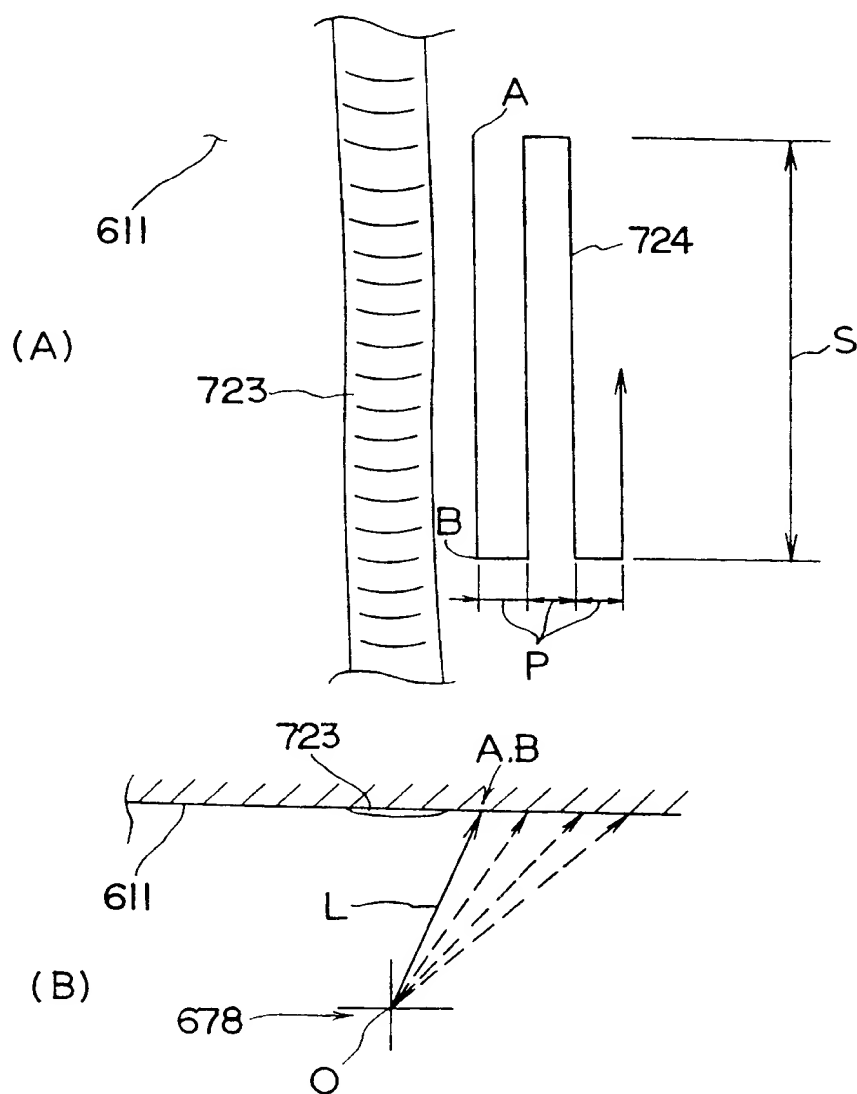
7 / 39



第 7 図

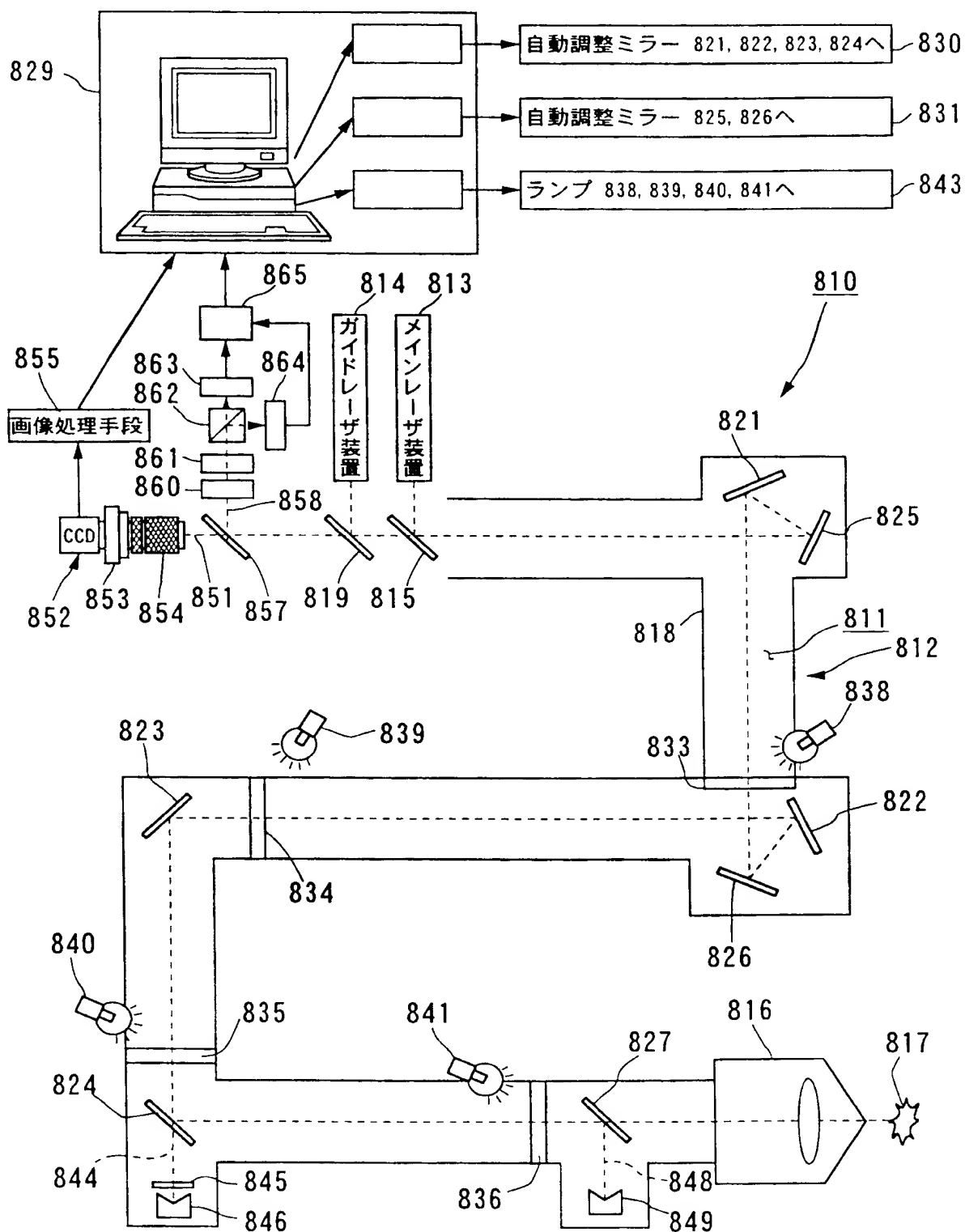


8/39



第 8 図

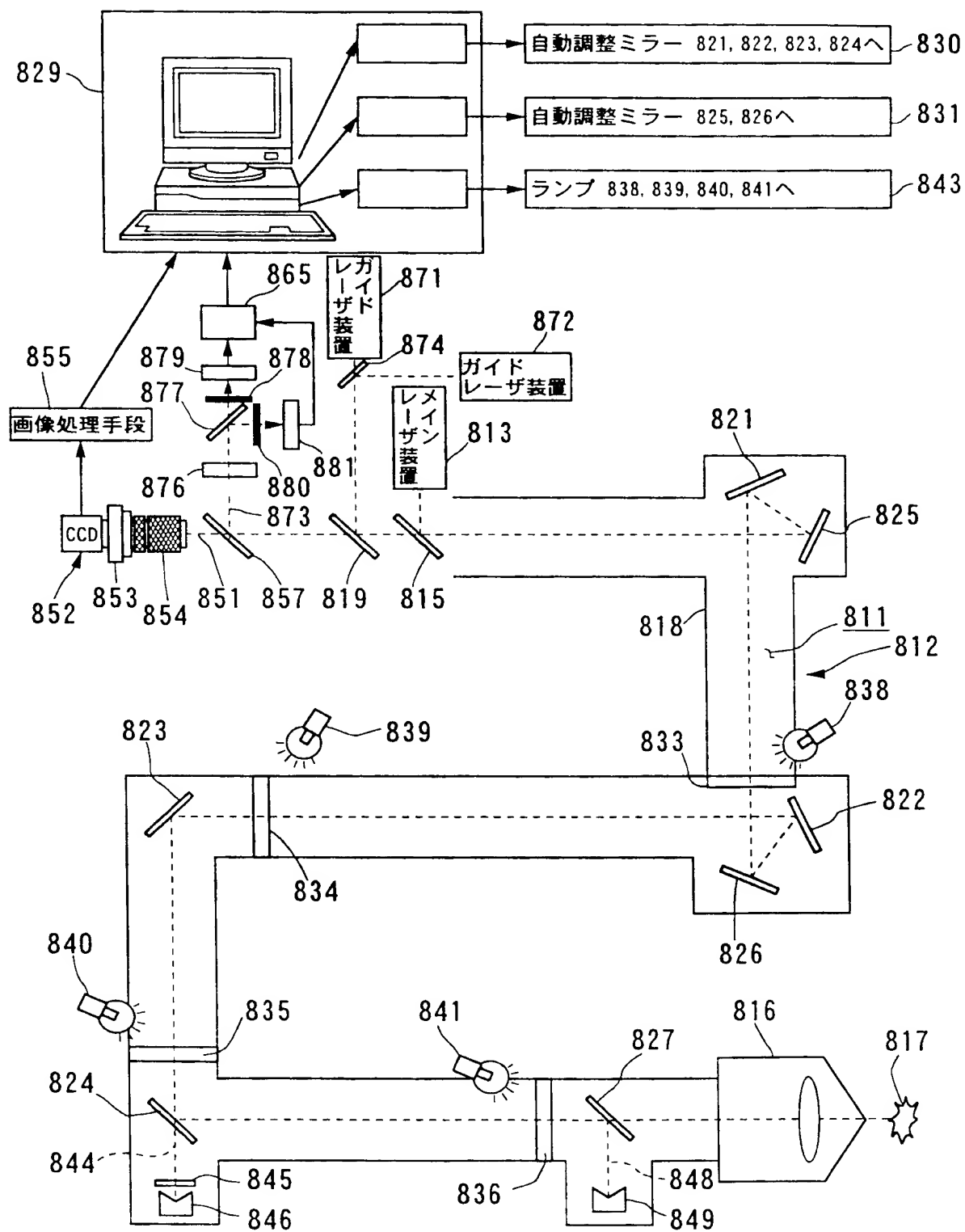




第 9 図



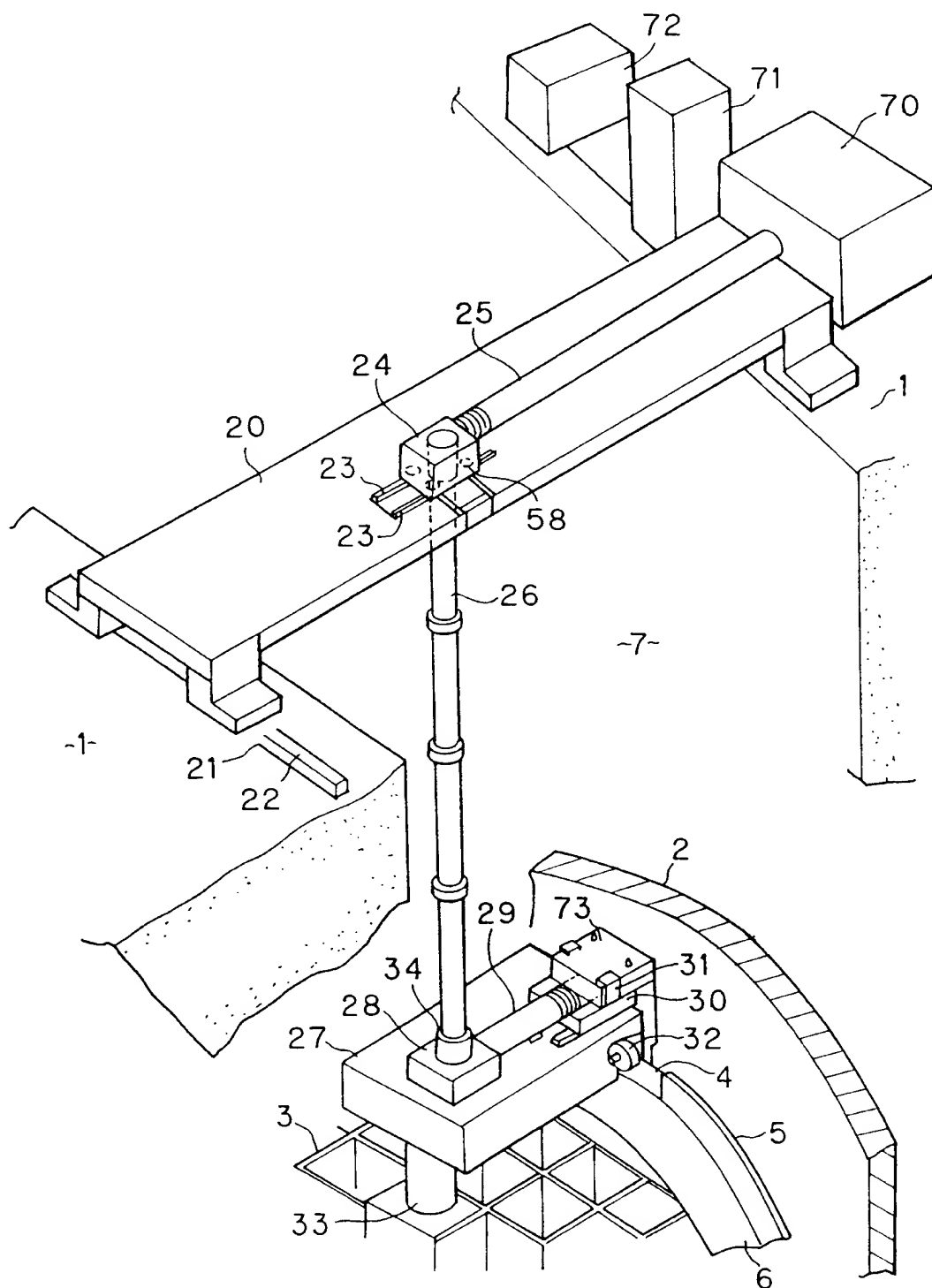
10/39



第 10 図



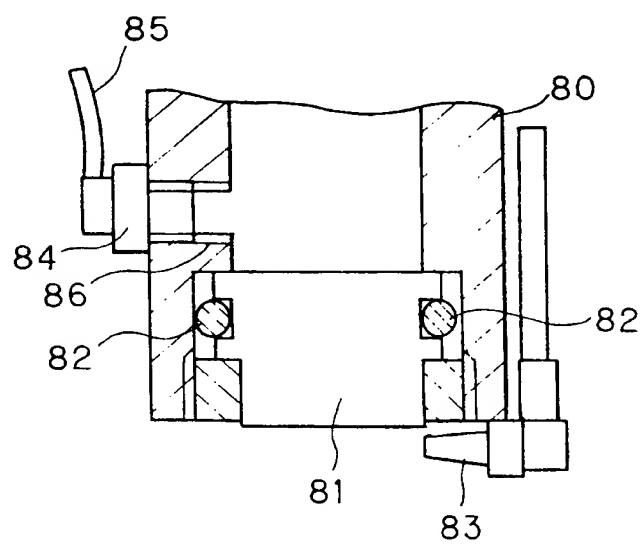
11/39



第 11 図



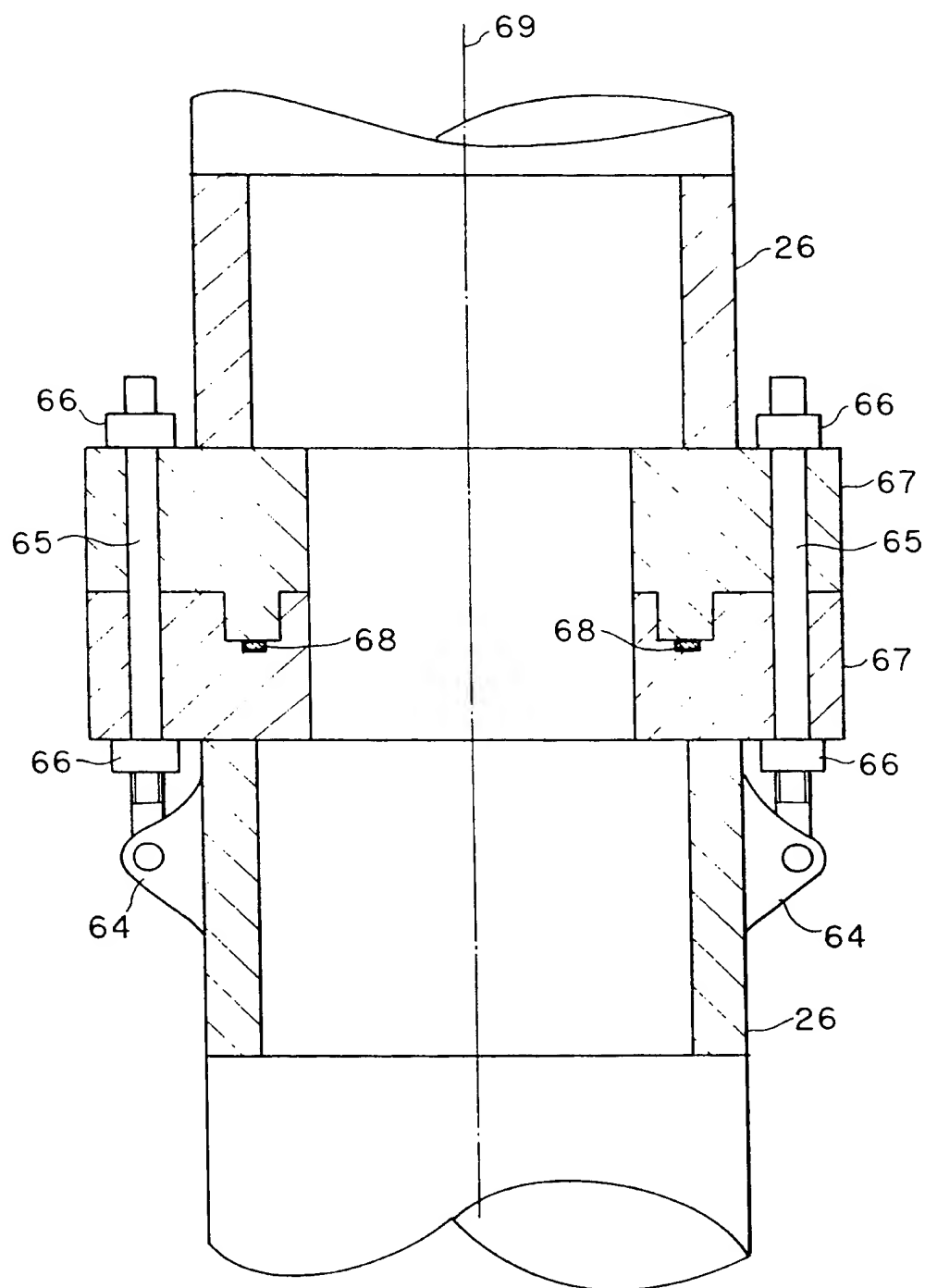
12/39



第 12 図

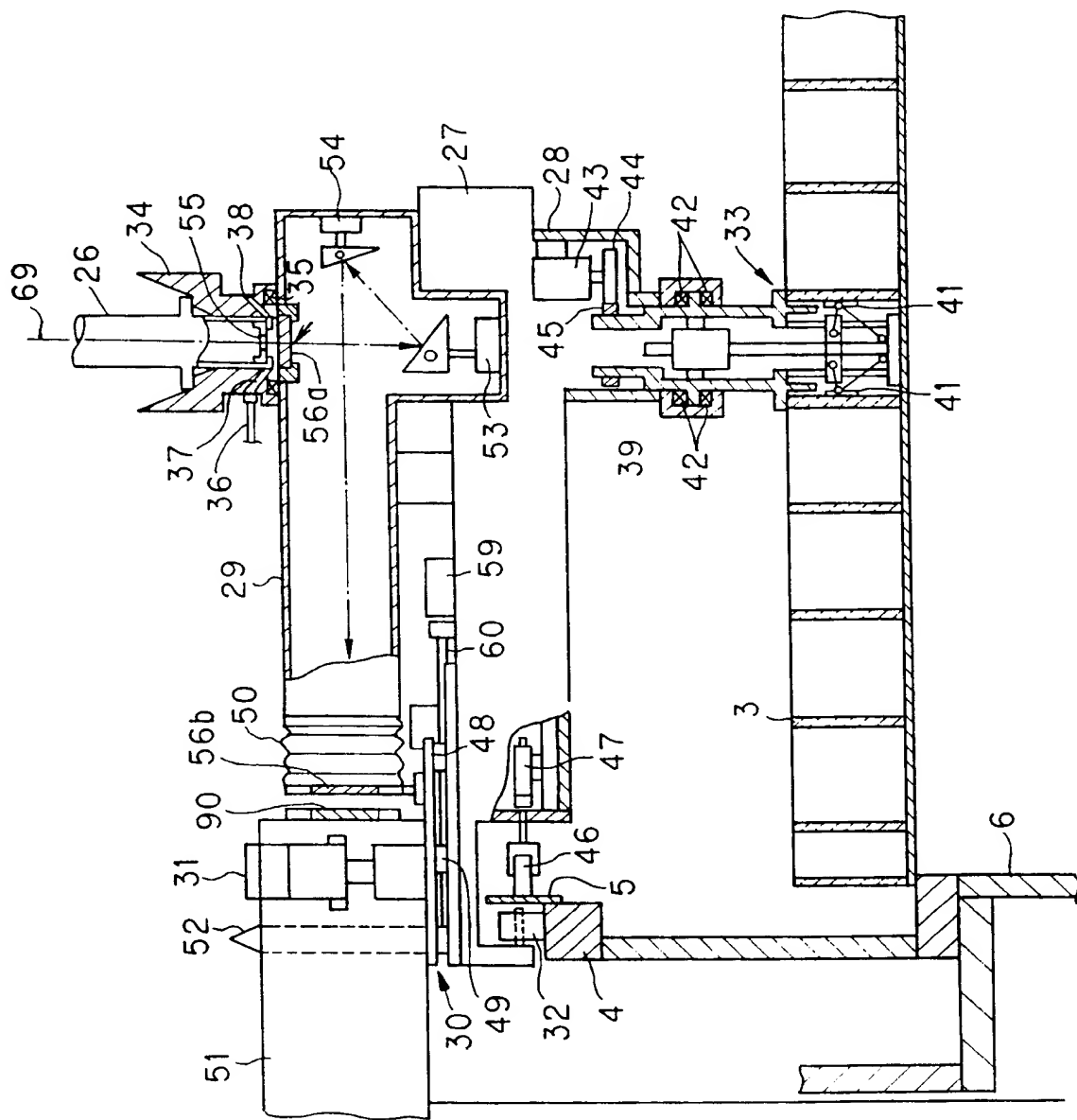


13 / 39



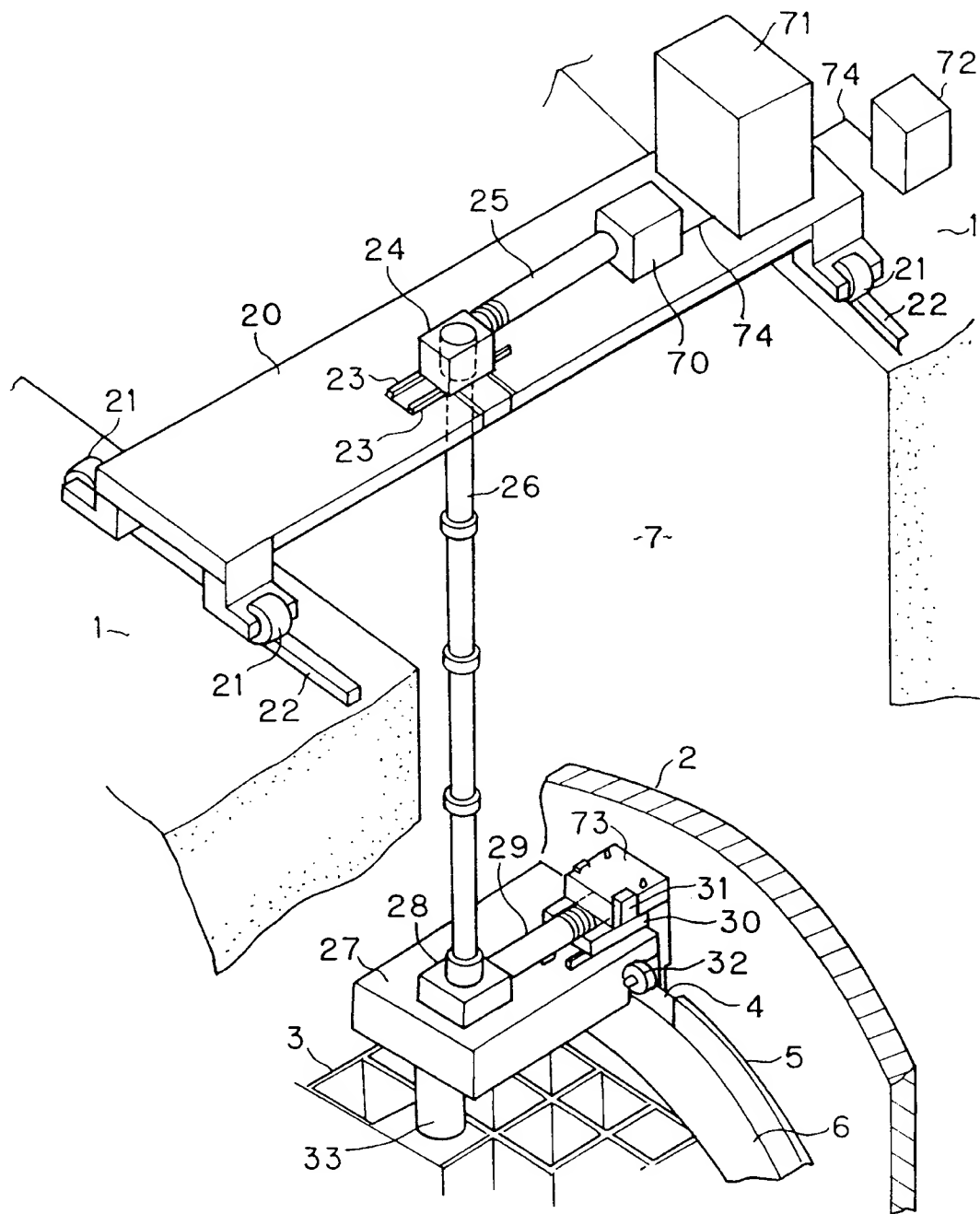
第 13 図





第 14 図

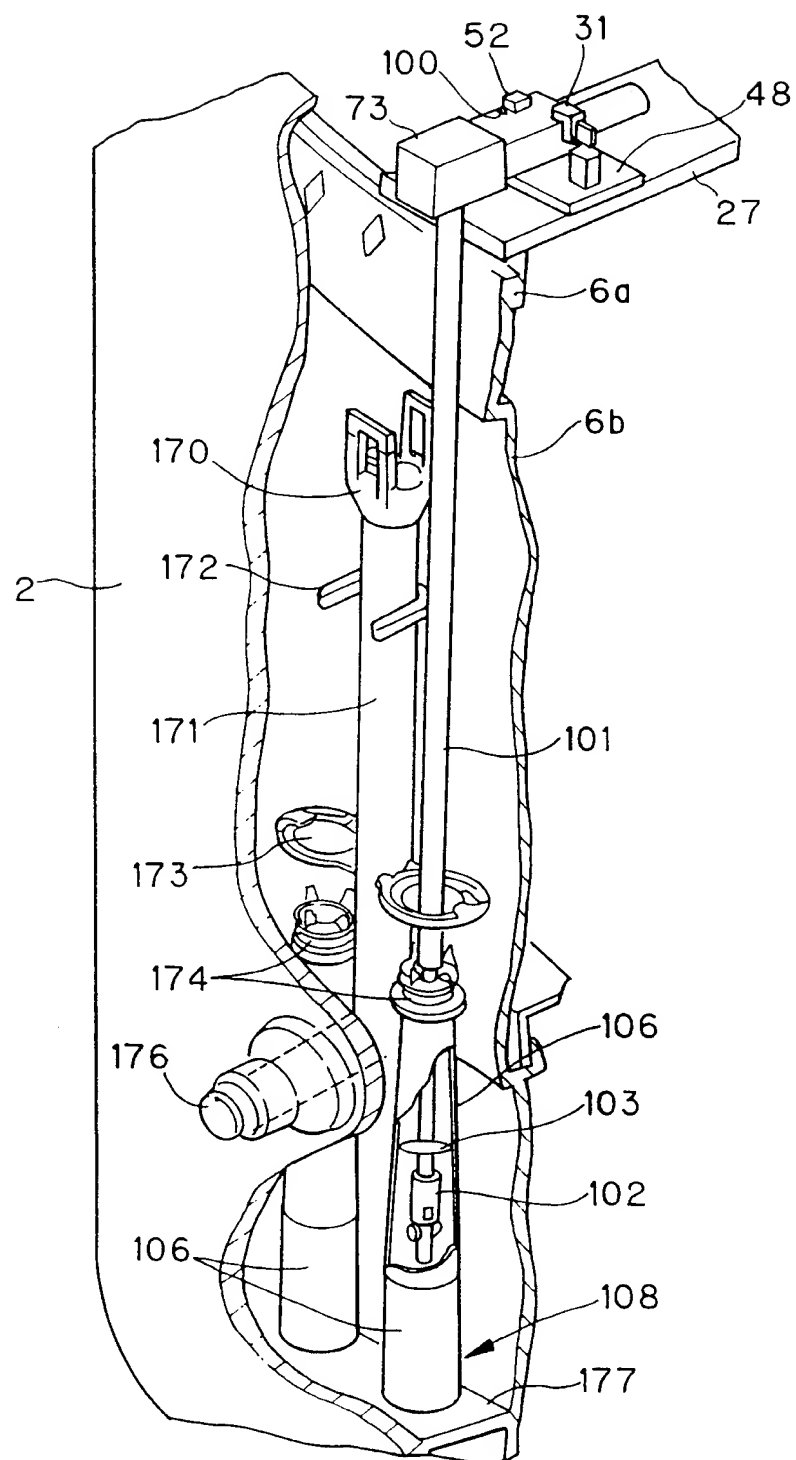




第 15 図



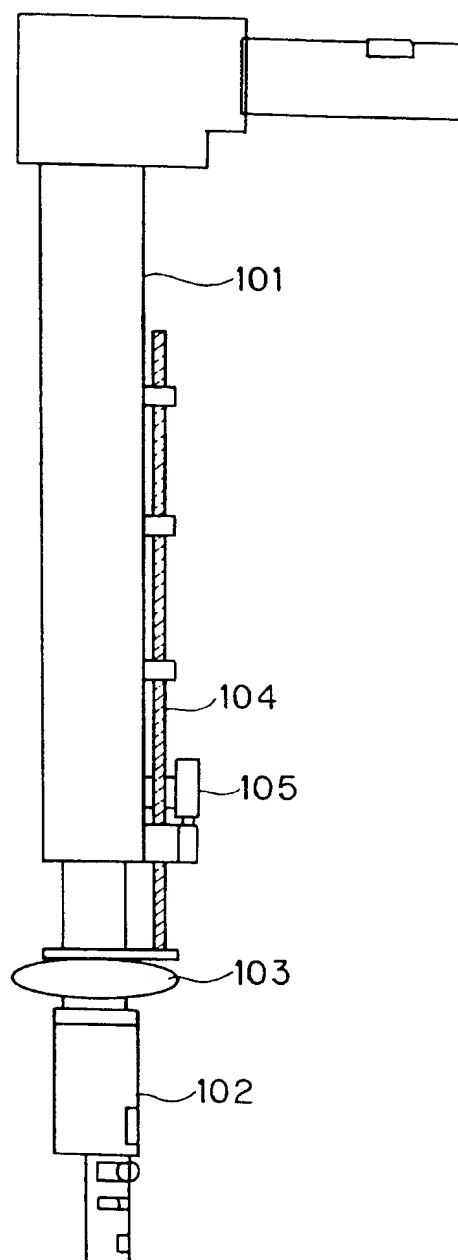
16 / 39



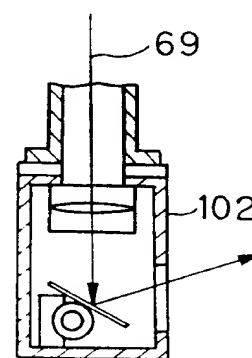
第 16 図



17/39



(A)

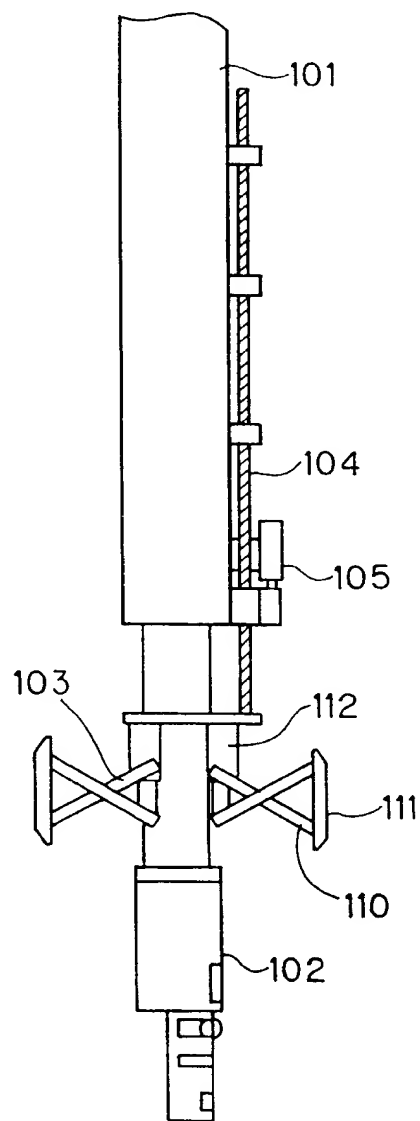


(B)

第 17 図



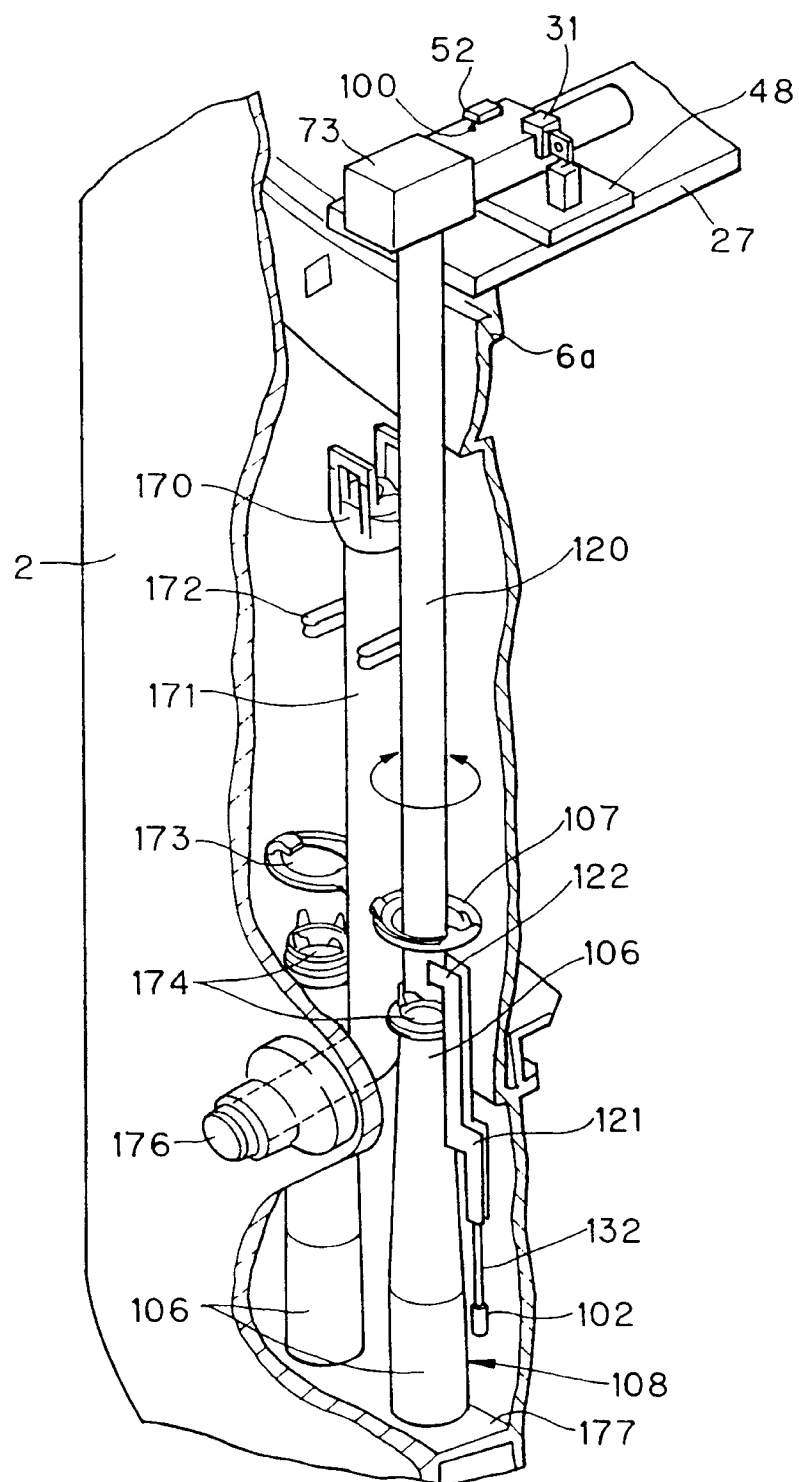
18 / 39



第 18 図



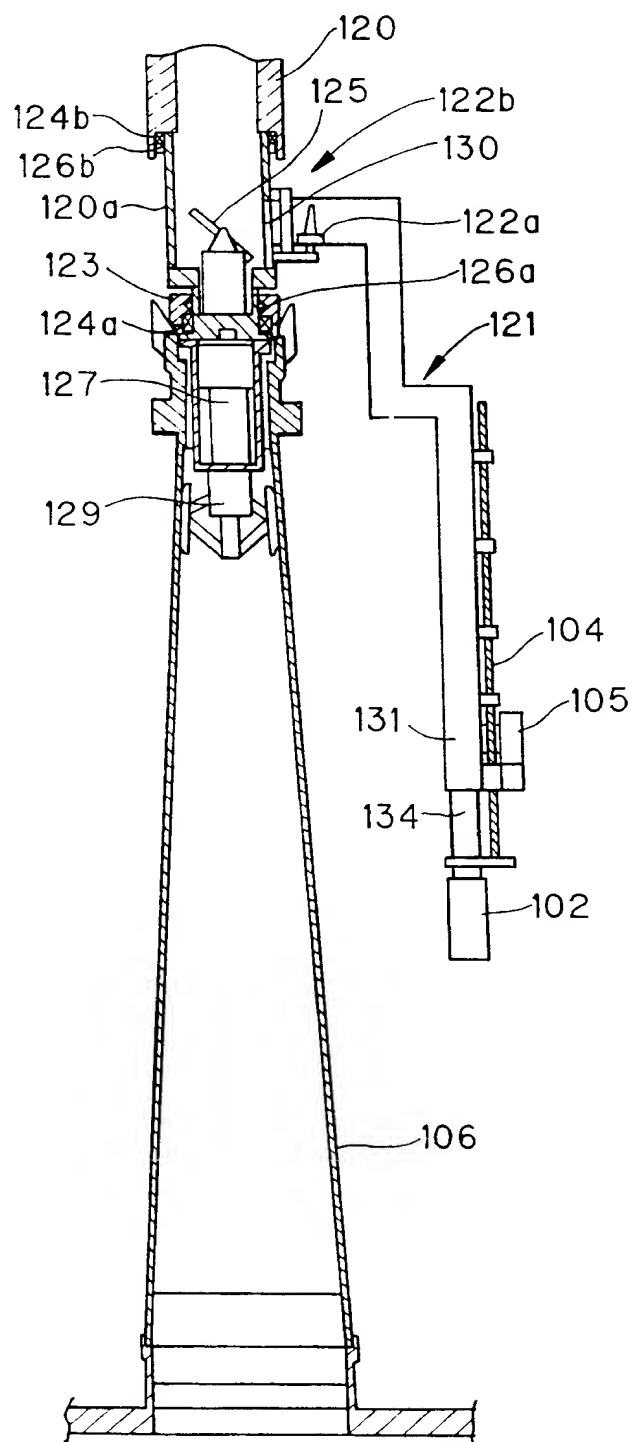
19/39



第 19 図



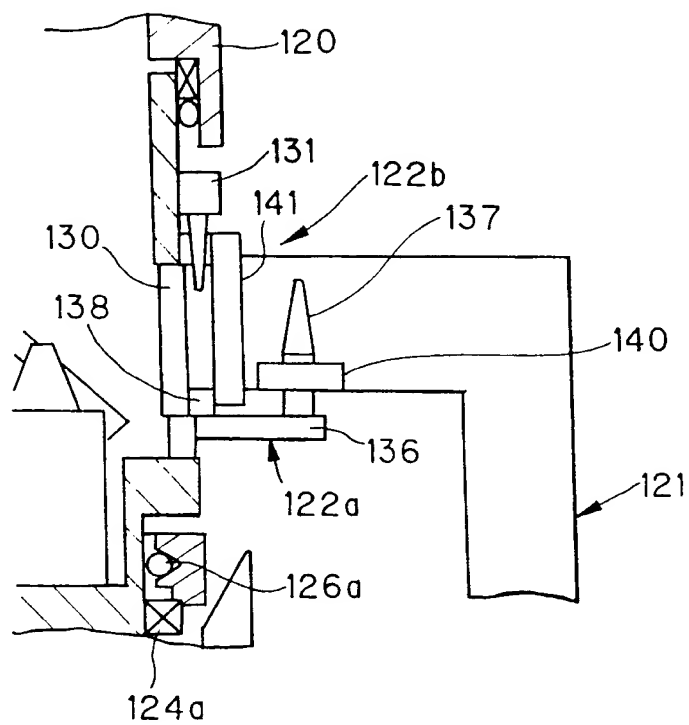
20/39



第 20 図



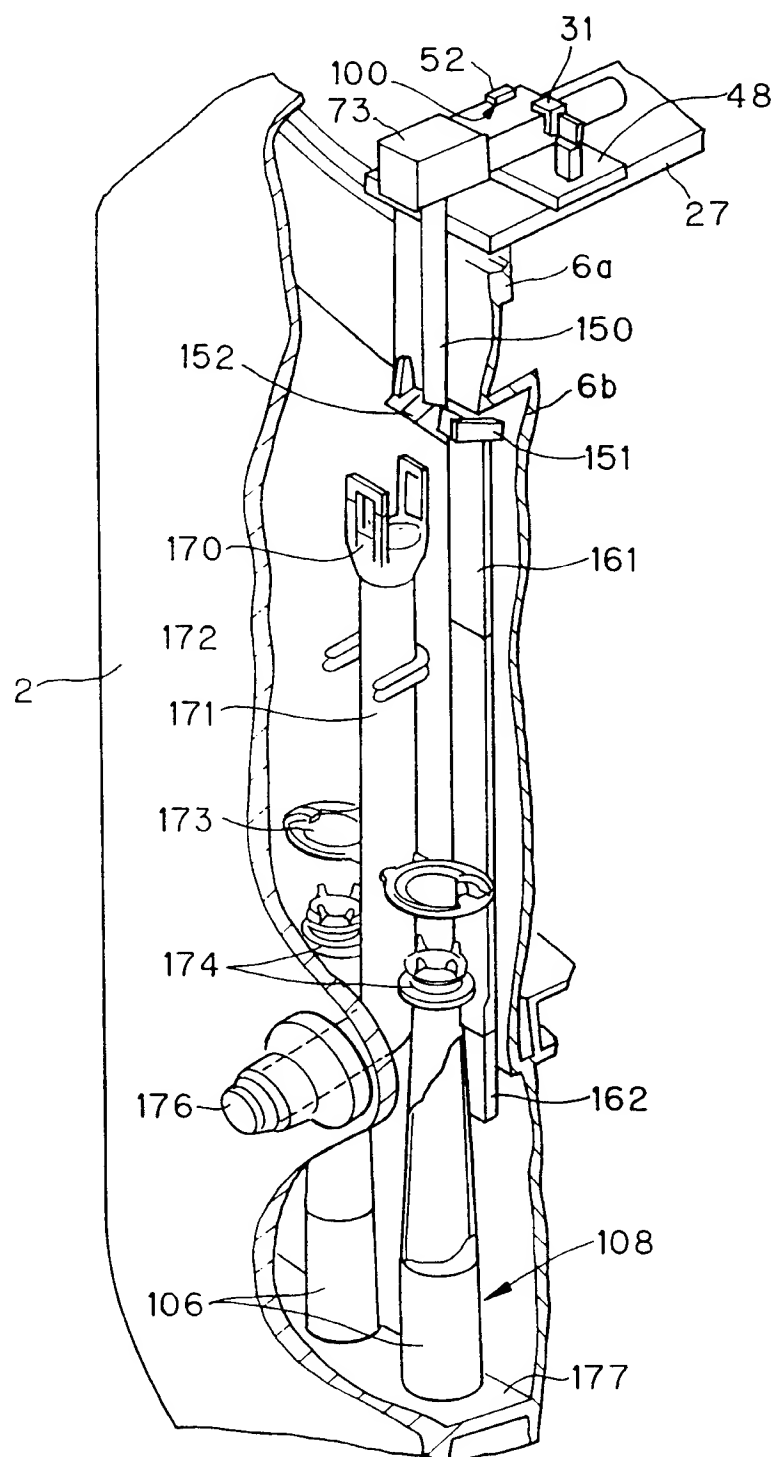
21 / 39



第 21 図

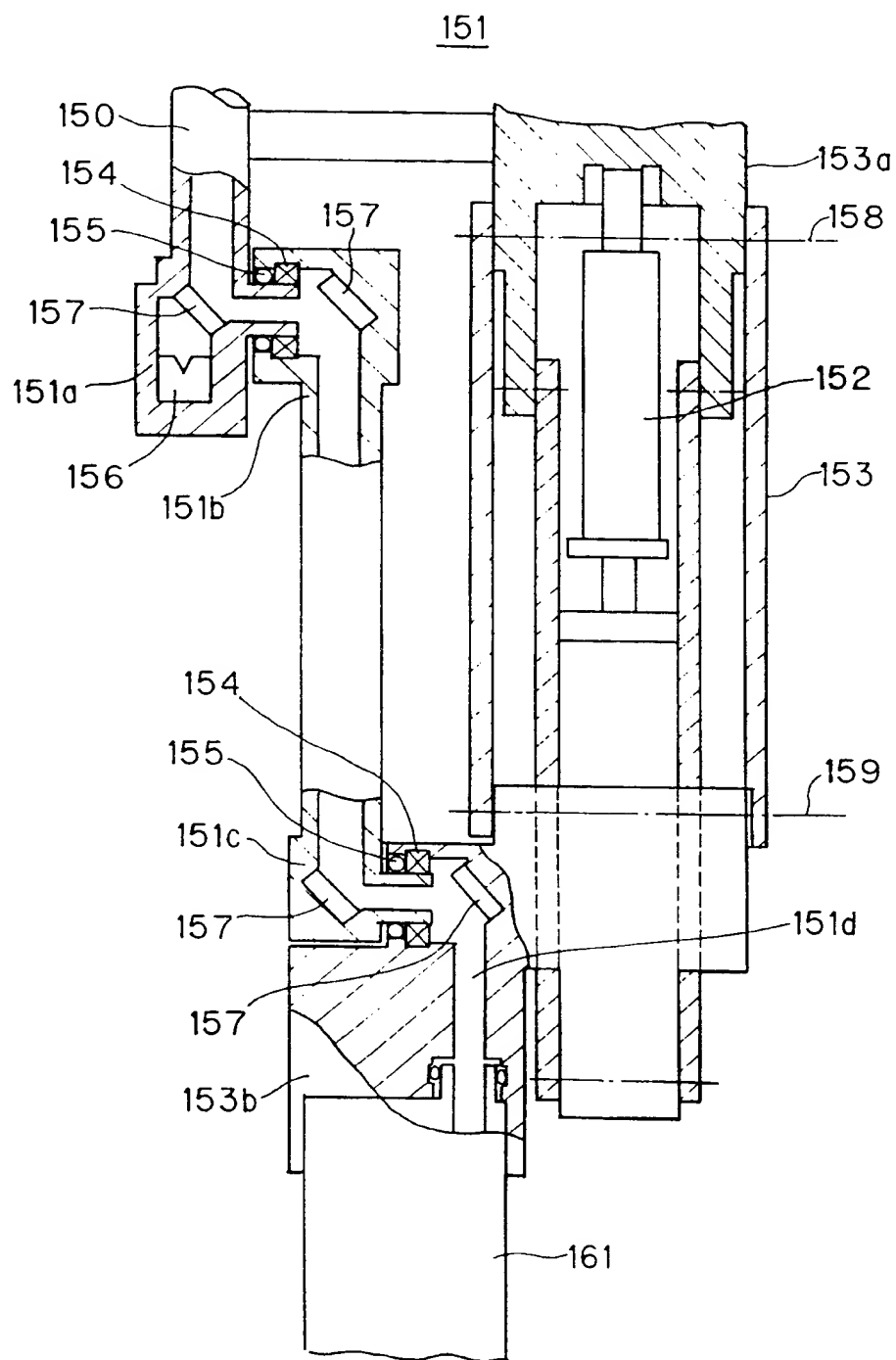


22/39



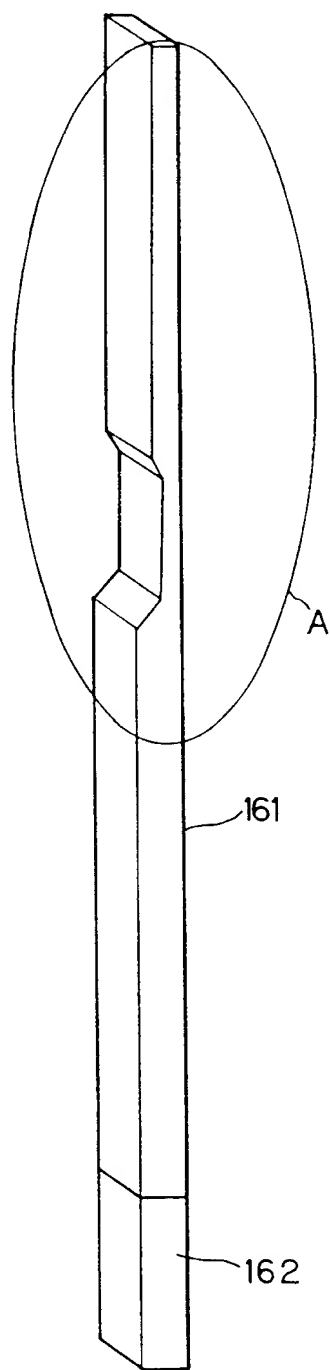
第 22 図



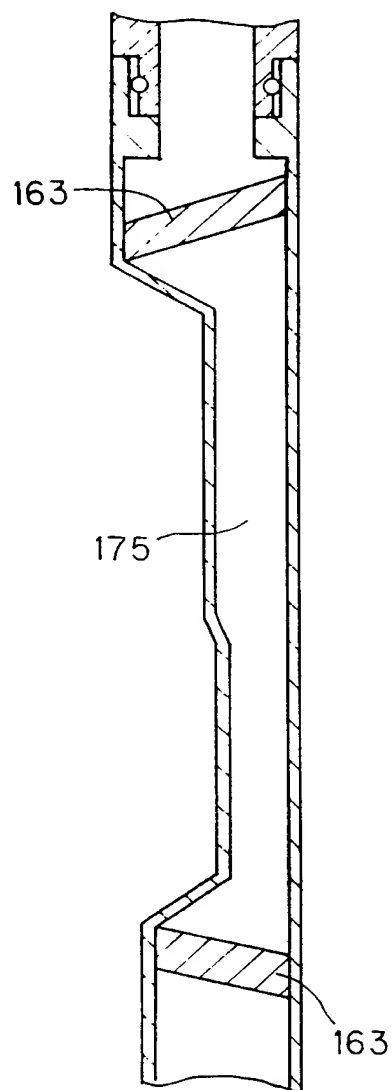


第 23 図





(A)

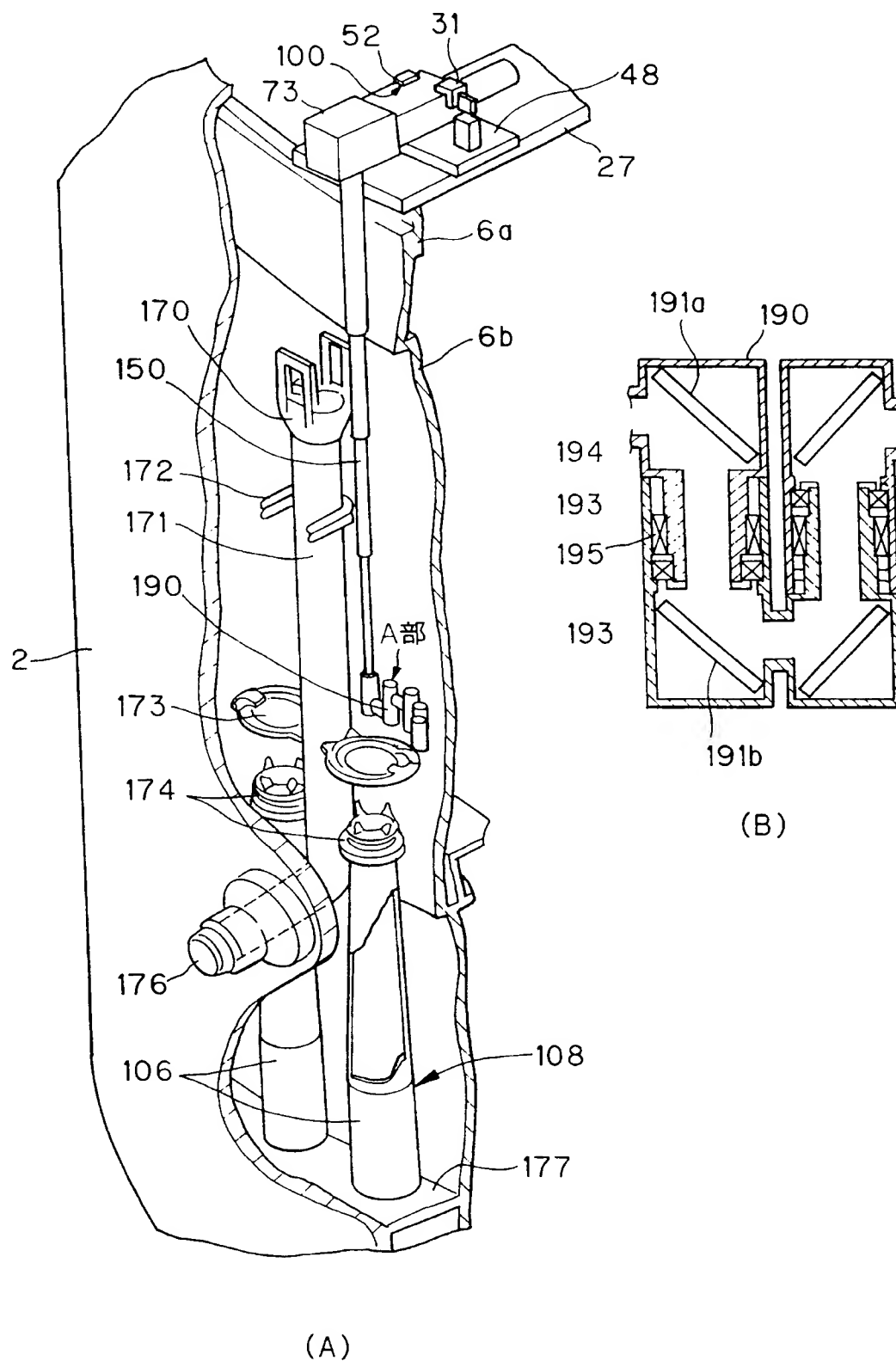


(B)

第 24 図

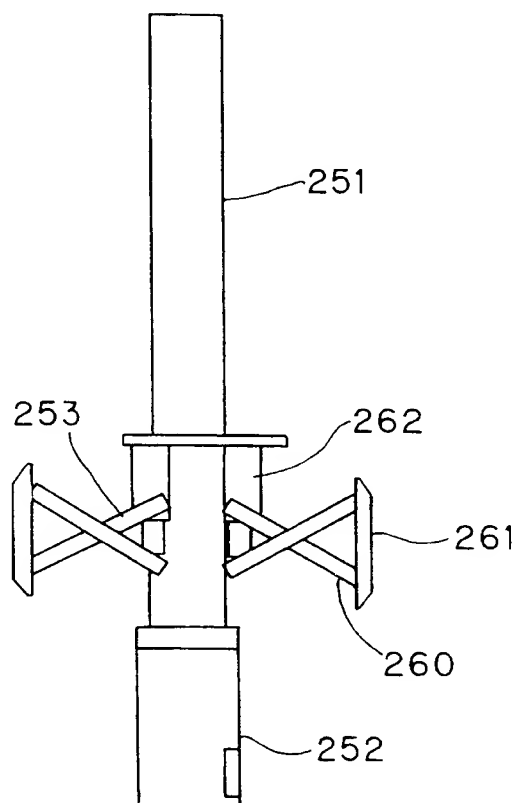


25/39





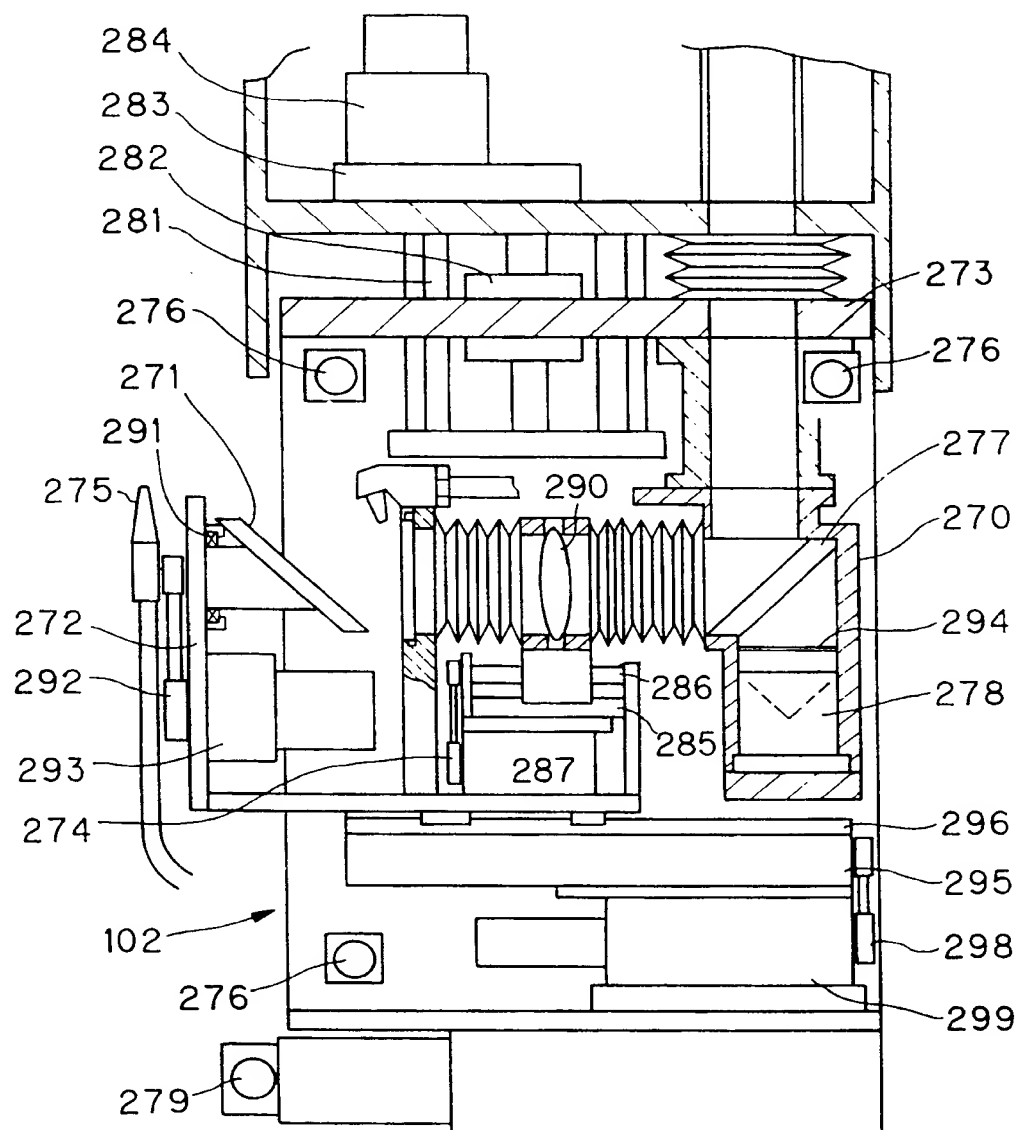
26 / 39



第 26 図



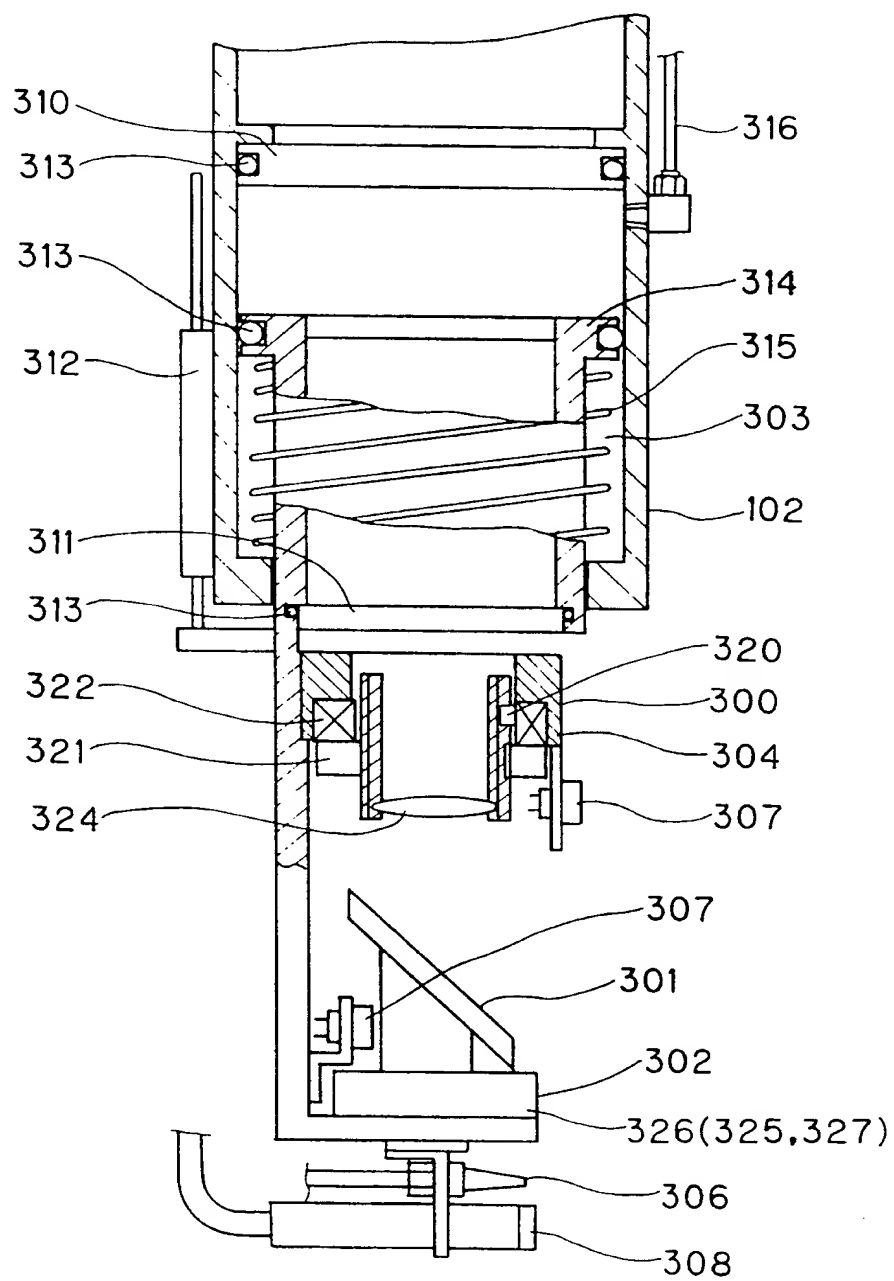
27 / 39



第 27 図



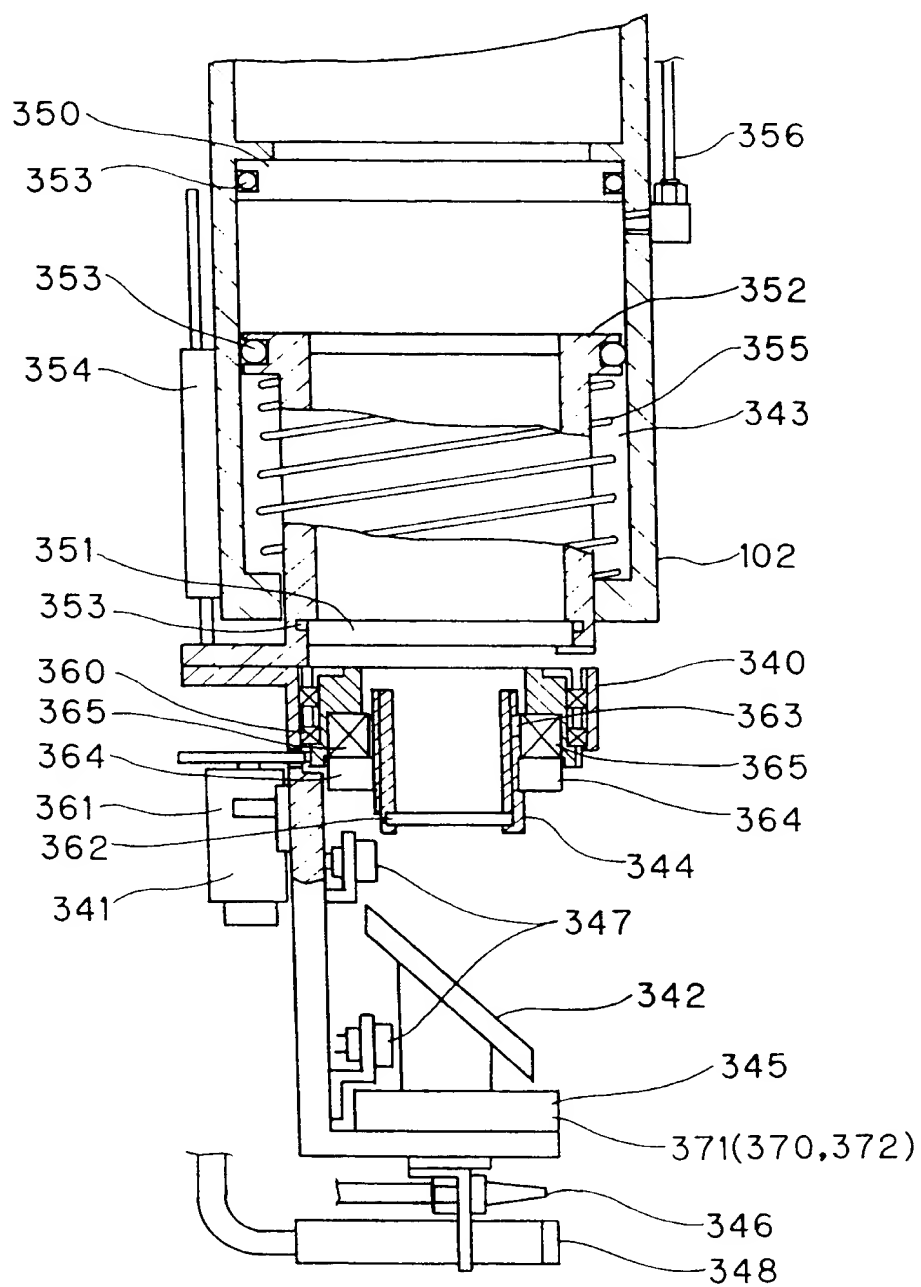
28 / 39



第 28 図



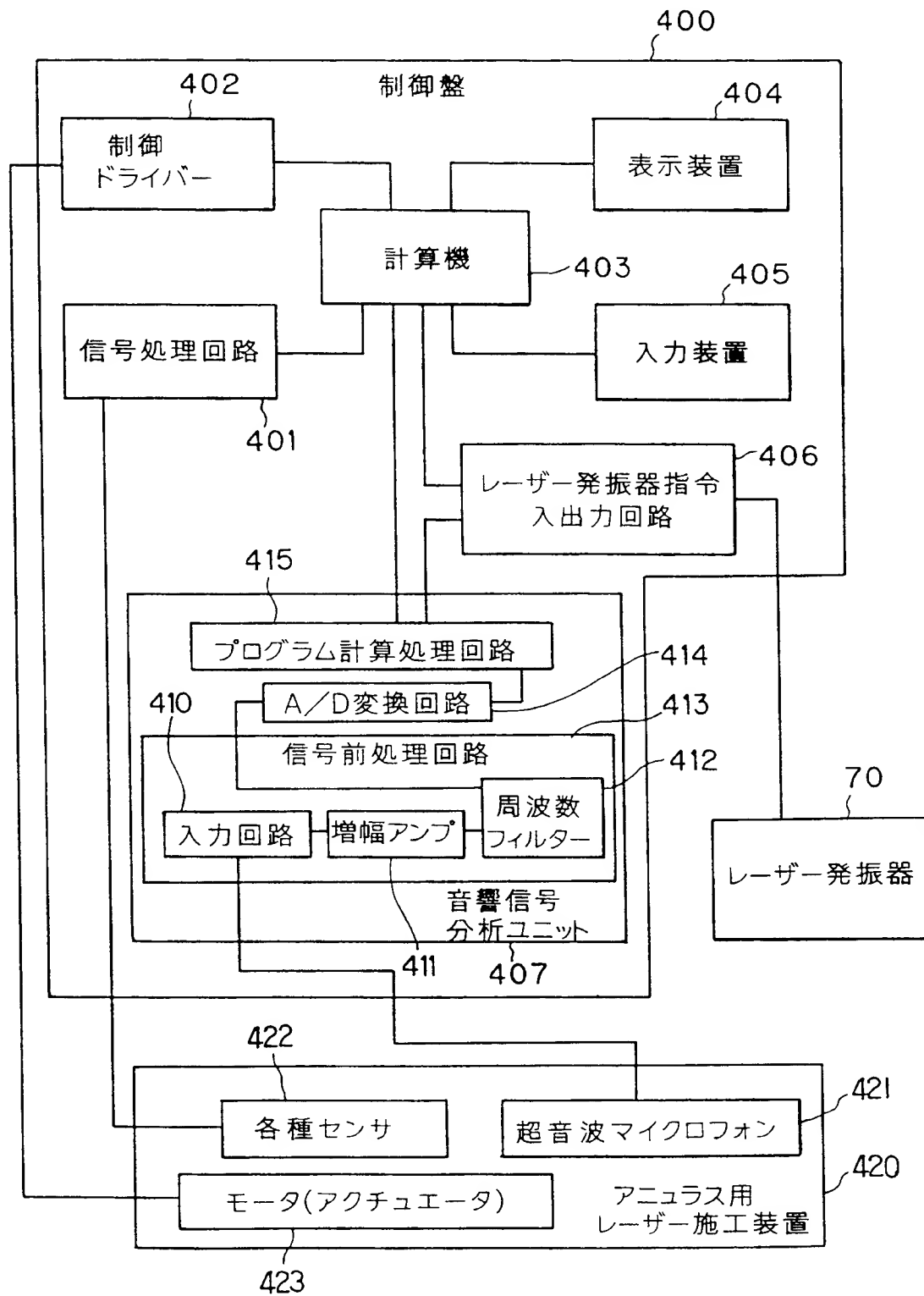
29/39



第 29 図



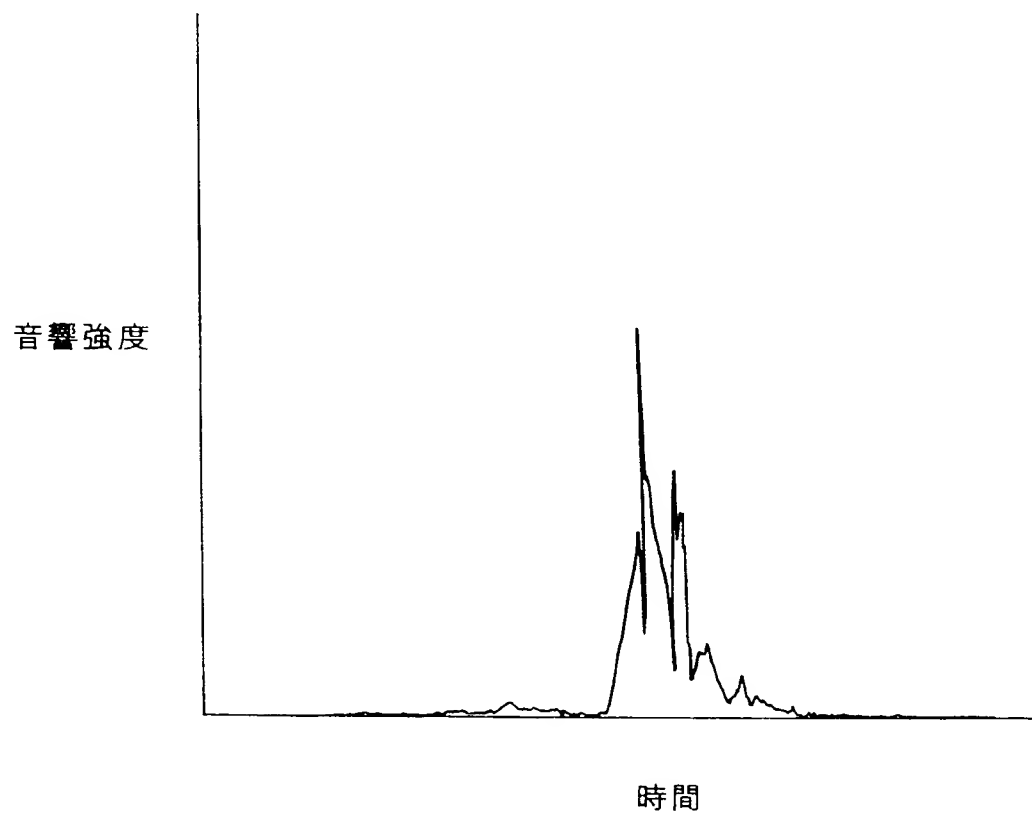
30 / 39



第 30 図



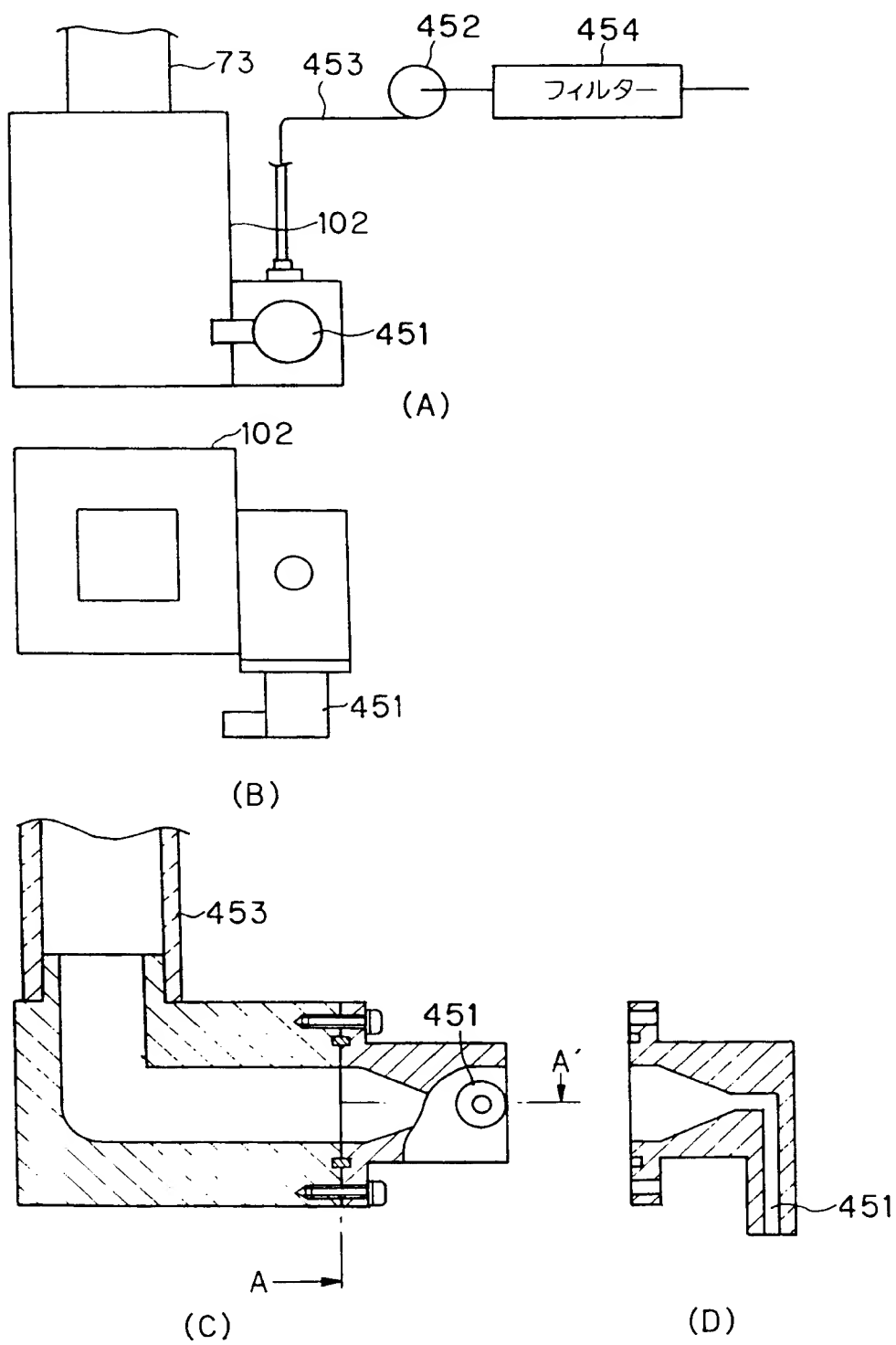
31 / 39



第 31 図



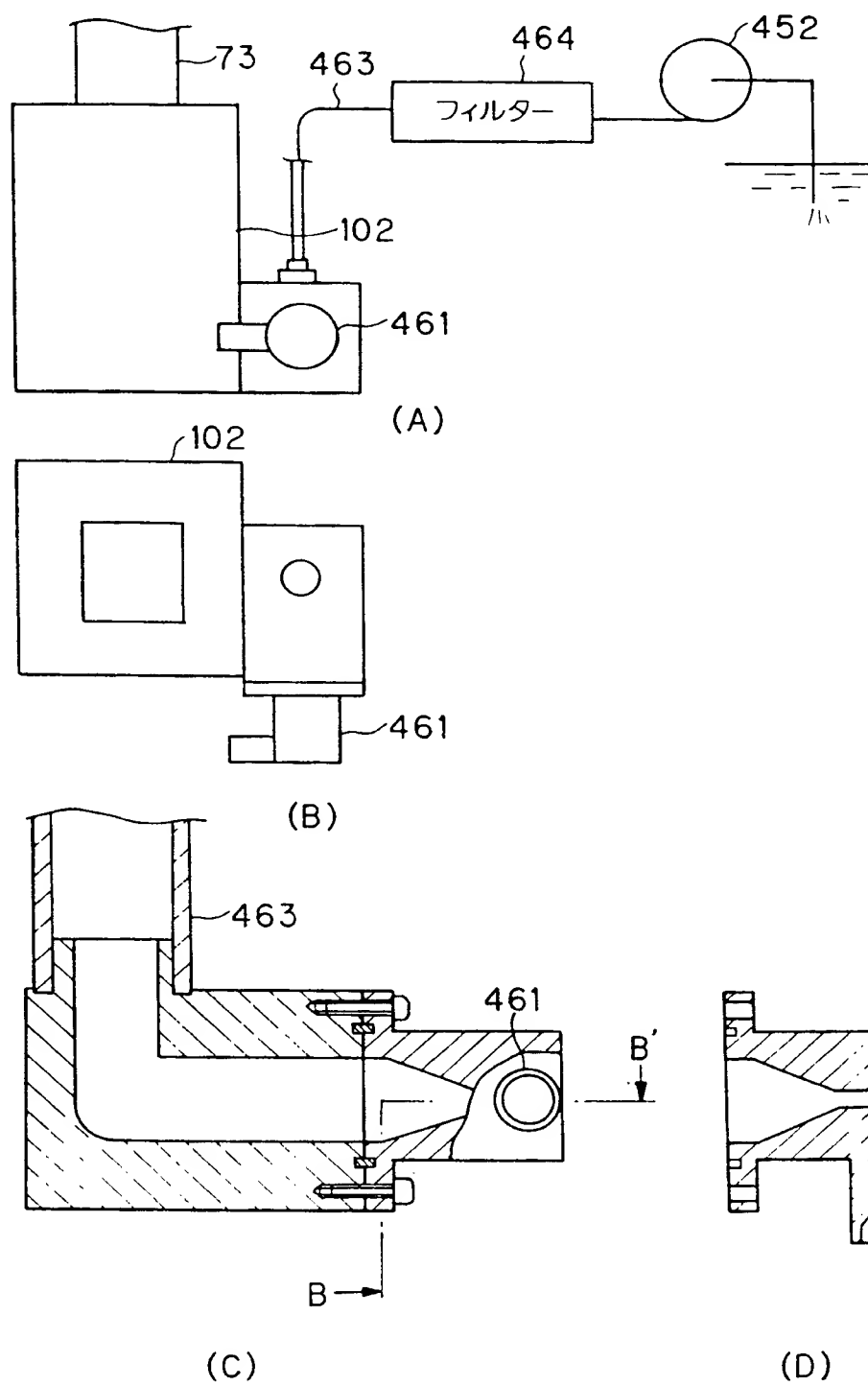
32 / 39



第 32 図

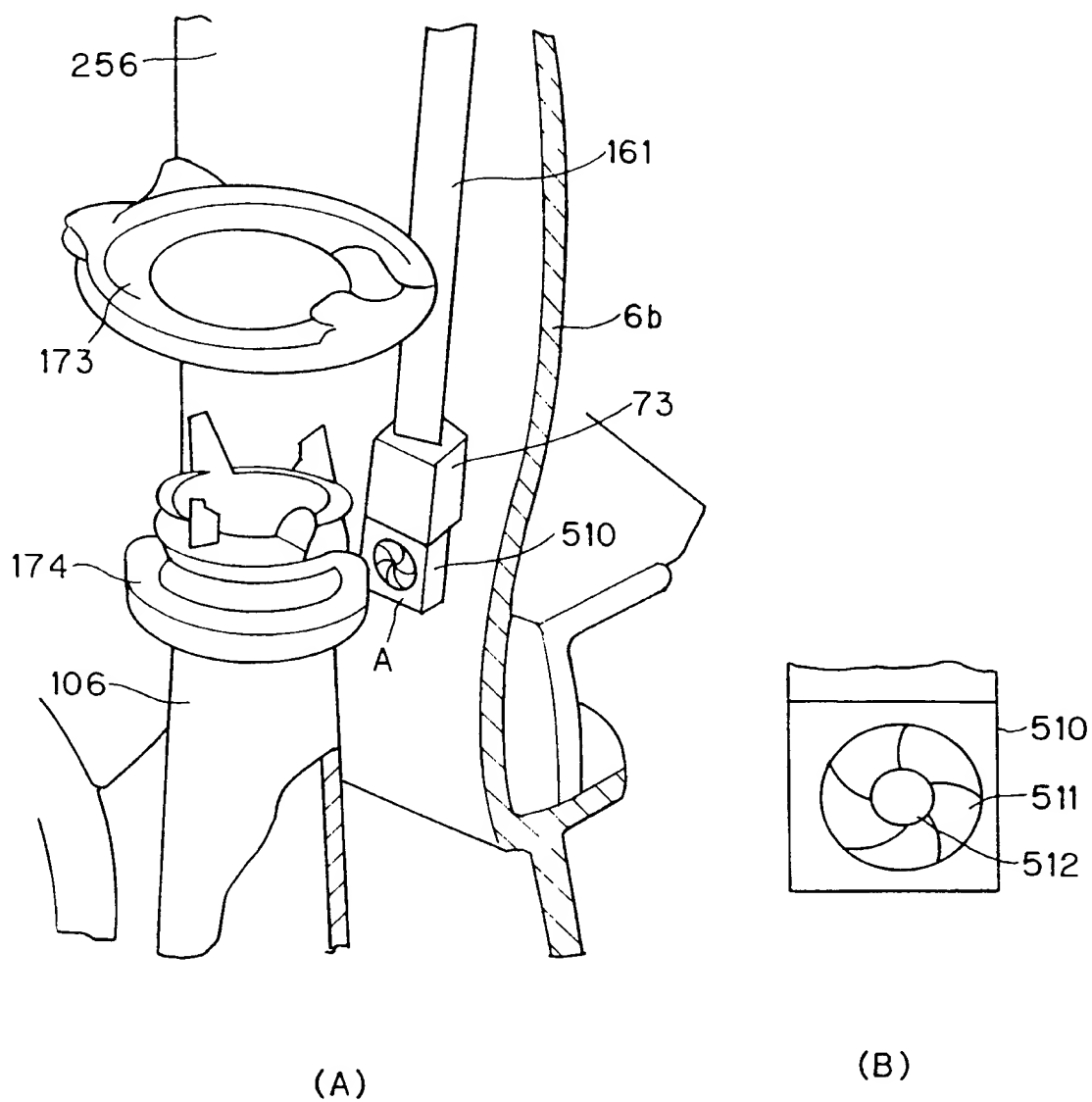


33 / 39



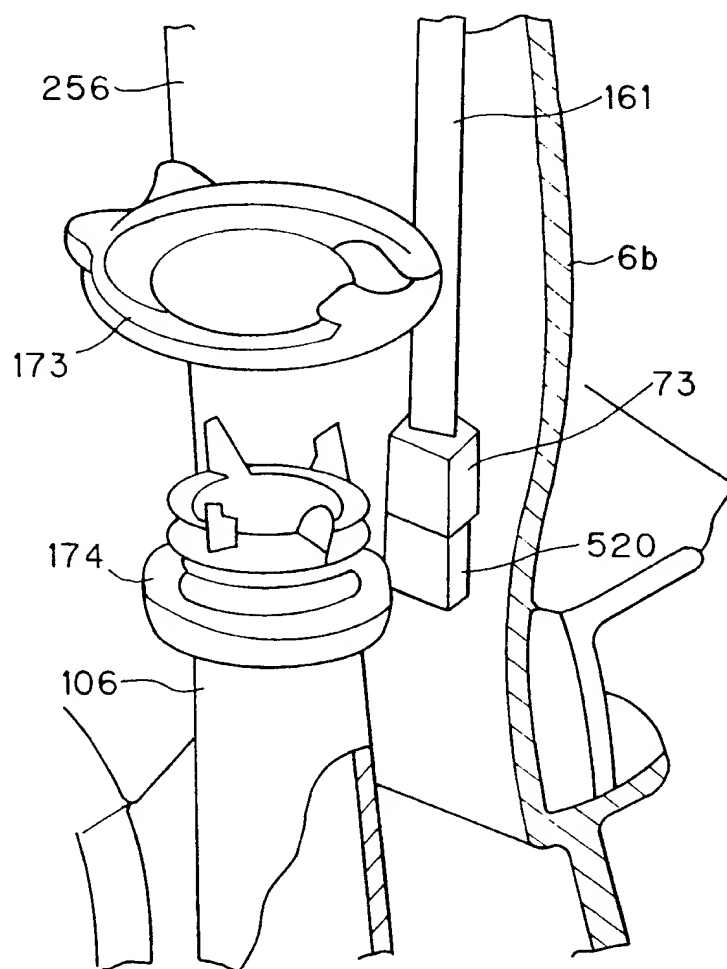
第 33 図





第 34 図

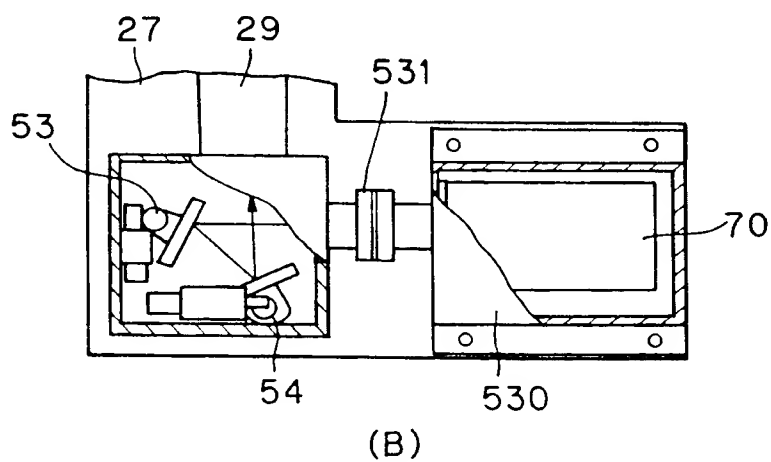
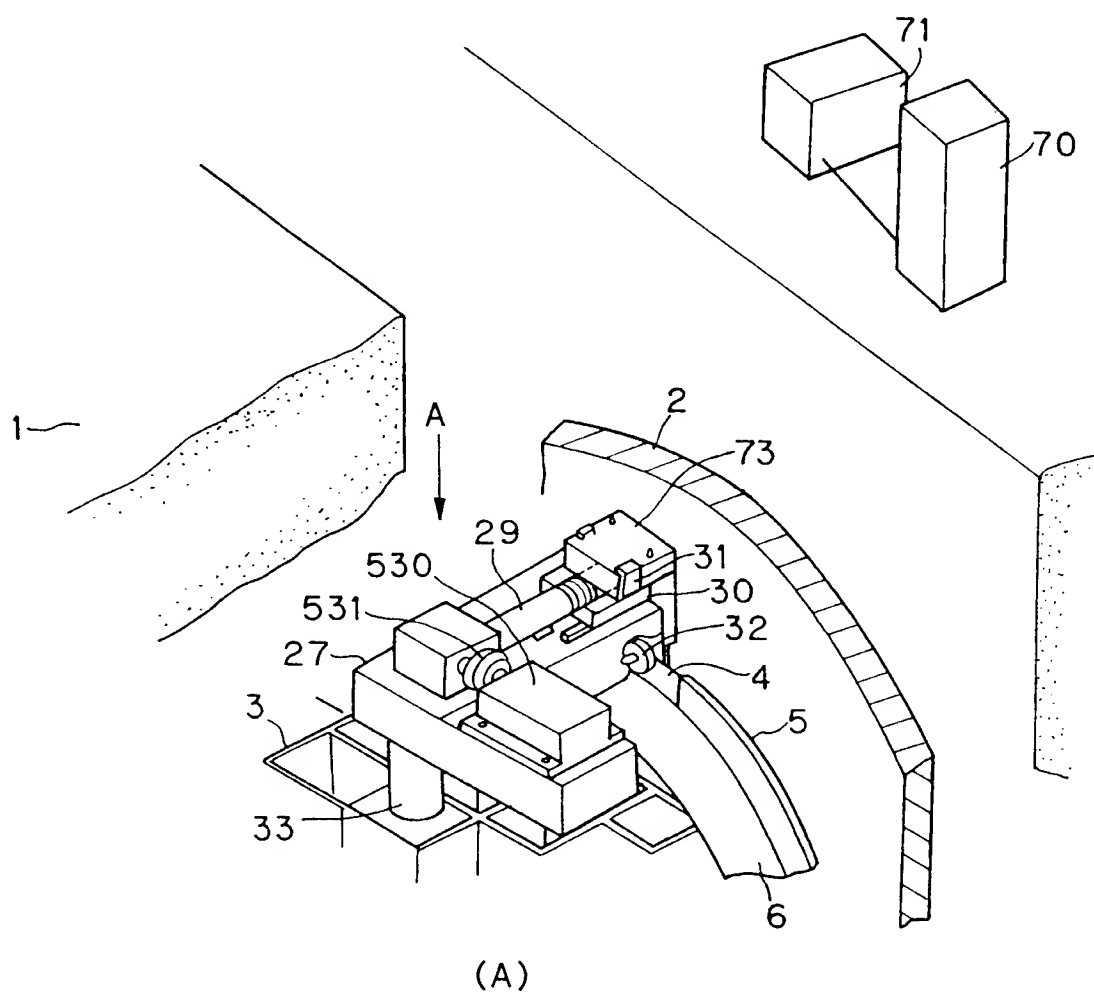




第 3 5 図



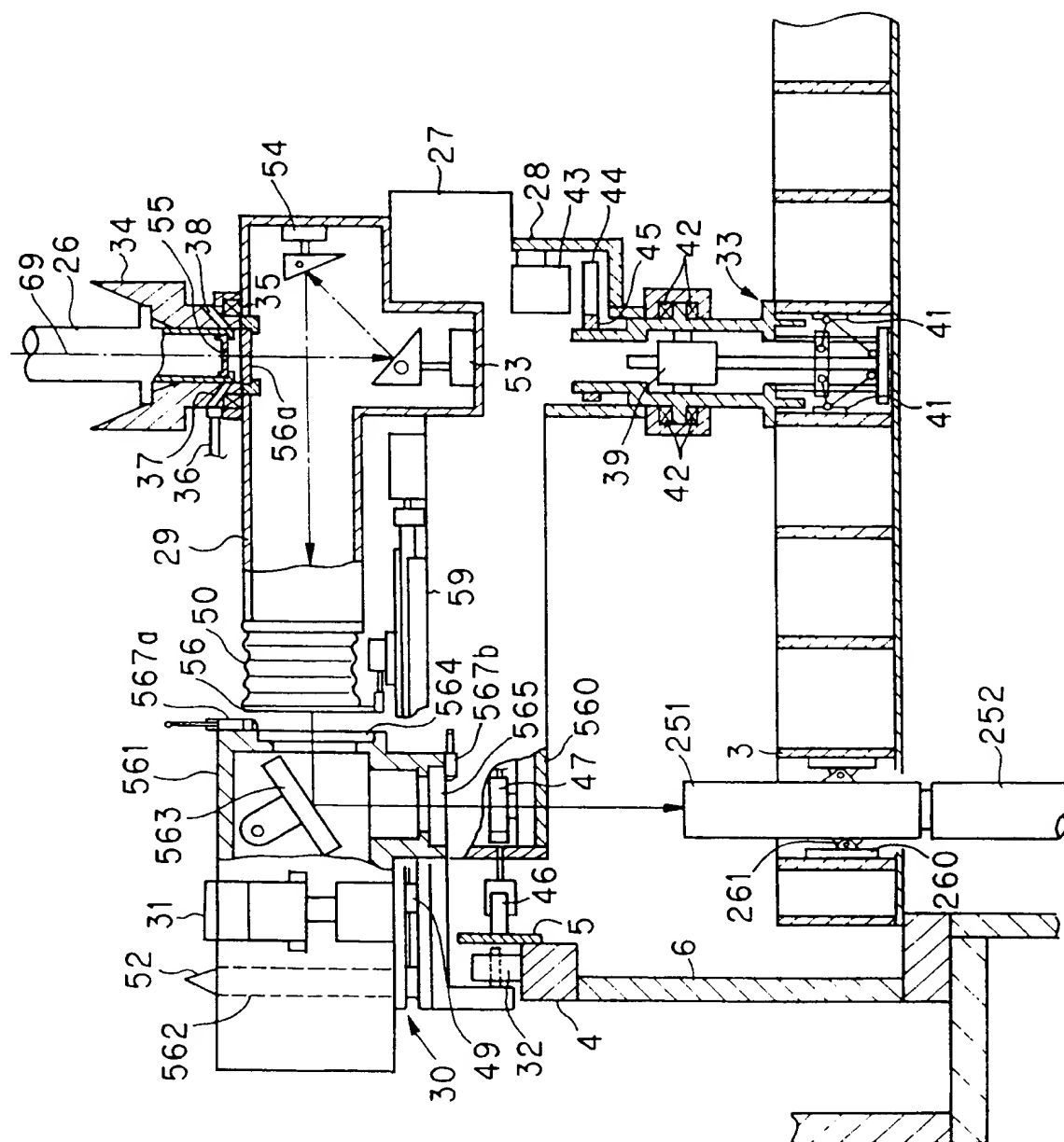
36 / 39



第 36 図



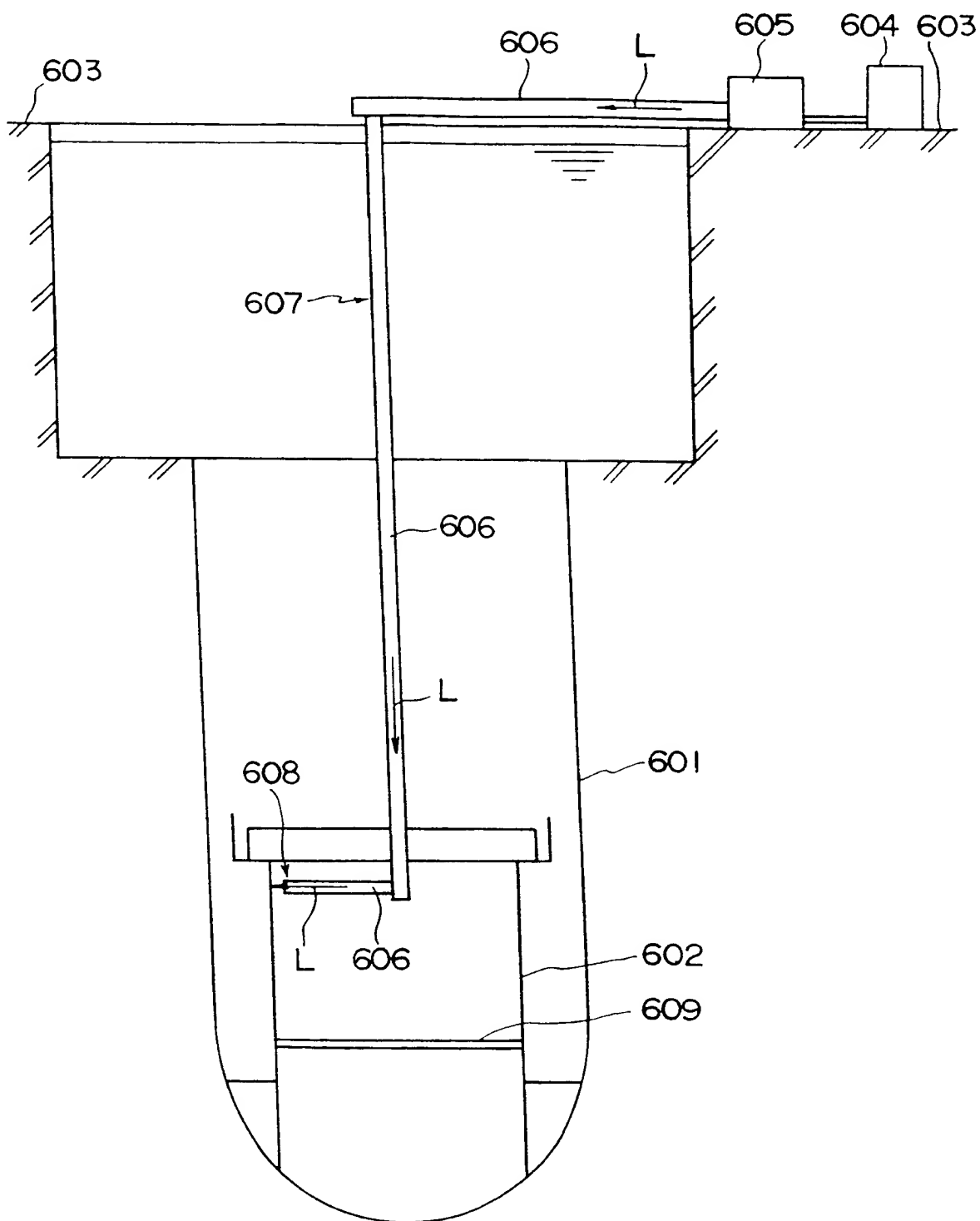




第 38 図



39/39



第 39 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/05569

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ B23K26/04, B23K26/06, G21C19/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁶ B23K26/00-26/08, G21C19/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP, 63-210240, A (Mitsubishi Motors Corp.), 31 August, 1988 (31. 08. 88), Page 3, upper left column, line 10 to lower right column, line 10 ; Fig. 1 (Family: none)	1-4 5
X A	JP, 7-248397, A (Toshiba Corp.), 26 September, 1995 (26. 09. 95), Par. Nos. [0063] to [0072], [0118] ; Fig. 1 (Family: none)	6-8 9, 22-34
X A	JP, 63-235089, A (NEC Corp.), 30 September, 1988 (30. 09. 88), Claims ; Fig. 1 (Family: none)	10, 12-13, 19 11, 16-18, 20-21
X Y	JP, 1-278987, A (Toshiba Corp.), 9 November, 1989 (09. 11. 89), Claims ; Fig. 1 (Family: none)	14 15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 February, 1999 (25. 02. 99)

Date of mailing of the international search report
9 March, 1999 (09. 03. 99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/05569

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 2-255291, A (Toshiba Corp.), 16 October, 1990 (16. 10. 90), Page 2, upper left column, line 4 to upper right column, line 2 ; Fig. 7 (Family: none)	15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. : B23K26/04, B23K26/06, G21C19/02		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. : B23K26/00-26/08, G21C19/02		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1996年		
日本国公開実用新案公報 1971-1999年		
日本国登録実用新案公報 1994-1999年		
日本国実用新案登録公報 1996-1999年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	J P, 63-210240, A (三菱自動車工業株式会社) 31. 8月. 1988 (31. 08. 88) 第3頁左上欄第10行~右下欄第10行及び第1図 (ファミリーなし)	1-4 5
X A	J P, 7-248397, A (株式会社東芝) 26. 9月. 1995 (26. 09. 95) 【0063】~【0072】, 【0118】並びに図1 (ファミリーなし)	6-8 9, 22-34
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
25. 02. 99	09.03.99	
国際調査機関の名称及びひて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	
日本国特許庁 (ISA/J P)	田中 永一	
郵便番号100-8915	4E 9539	
東京都千代田区蔵が関三丁目4番3号	電話番号 03-3581-1101 内線 3426	

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	J P, 63-235089, A (日本電気株式会社) 30. 9月. 1988 (30. 09. 88) 特許請求の範囲及び第1図 (ファミリーなし)	10, 12-13, 19 11, 16-18, 20-21
X Y	J P, 1-278987, A (株式会社東芝) 9. 11月. 1989 (09. 11. 89) 特許請求の範囲及び第1図 (ファミリーなし)	14 15
Y	J P, 2-255291, A (株式会社東芝) 16. 10月. 1990 (16. 10. 90) 第2頁左上欄4行～右上欄第2行及び第7図 (ファミリーなし)	15